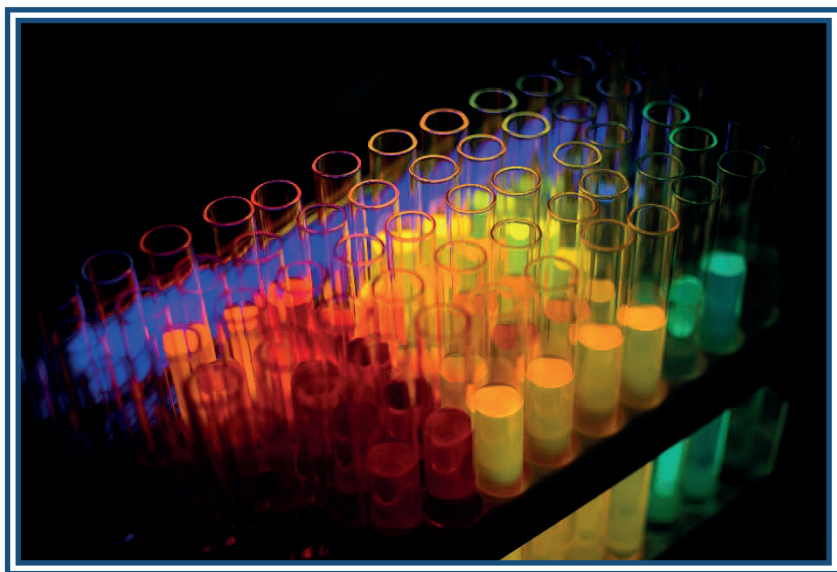
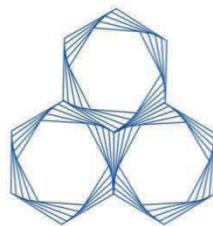


Középiskolai Kémiai Lapok



XLVI.

2019/1.



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



Nemzeti
Tehetség Program

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma,
a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2019. február	XLVI. évfolyam	1. szám
---------------	----------------	---------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Dr. Keglevich Kristóf, Dr. Ősz Katalin, Tóth Edina, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyi Péter

<i>Szerkesztőség:</i>	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. E-mail: kokel@mke.org.hu 06-1-201-6883
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Androsits Beáta

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. II. 8. címre vagy átutalással a CIB Bank Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2019. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tagjai számára kedvezményes előfizetési díj: 3000 Ft.

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos Széchényi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archívuma (EPA) archiválja.

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel – elektronikus, fényképes úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül közölni.

Zagyai Péter

Szokatlan ionvegyületek

A közép fokú (sőt még a felső fokú) kémiaoktatásban is alaptételnek számít a fémek pozitív oxidációs száma, kationképző hajlama. Ha egy ionvegyületben negatív töltésű fémion található, azt tehát joggal nevezhetjük szokatlannak.

Egy rövid 1943-as Nature-cikk [1] számol be arról, hogy a cézium és az arany „összeolvasztásával” sztöchiometrikus összetételű CsAu képződik, amely meglepő módon átlátszó kristályokat alkot. A vegyület tulajdonságainak alaposabb megismerése nyomán világossá vált, hogy lényegében sószerű vegyületről van szó, amelyben jelentős töltésszétválás figyelhető meg, gyakorlatilag Cs^+ és Au^- ionok alkotják. Kristályszerkezete a cézium-jodidével megegyező. Ha jobban megvizsgáljuk az arany atomi tulajdonságait, már nem is lesz annyira meglepő az auridion létezése. Nézzük csak meg az arany és néhány nemfémes elem elektronegativitását és elektronaffinitását, kiegészítve egy alkálifém, a nátrium adataival. Szembetűnő, hogy az arany sokkal inkább hasonlít ebből a szempontból a nemfémekre [2].

	EN ¹	$E_{\text{ea}}^2/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Au	2,4	-222,7
F	4,0	-328,2
Cl	3,0	-348,6
Br	2,8	-324,5
I	2,5	-295,2
S	2,5	-200,4
Na	0,9	-52,9

¹Pauling szerint

²Az $\text{X}(\text{g}) + \text{e}^- = \text{X}^-(\text{g})$ folyamat moláris energiaváltozása [3]

Amíg a nemfémek esetén adódik szemléletes magyarázat az anionképzésre (a nemesgázszerkezet képében), addig az arany esetén legfeljebb a $6s^25d^{10}$ elektronkonfiguráció elérése tűnik fel (bár ennyi erővel a nátriumnál meg a $3s^2$ telített alhéjon akadhat meg a szemünk, és a végén még Na^- anionról kezdünk vizionálni...)

Az az igazság, hogy az egyébként is bonyolult kvantumkémiai számításokat még bonyolultabbá tevő relativisztikus hatások figyelembevétele az említett $6s^25d^{10}$ konfiguráció kiemelkedő stabilitását jósolja. [4] (Ennek egyik izgalmas következménye a fenti elektronszerkezettel rendelkező higanyatomok közti gyenge kötés, vagyis a higany meglepően alacsony olvadáspontja.)

Ezek szerint akár Pt^{2-} , esetleg Ir^{3-} ionok is létezhetnek? Valóban: a Cs_2Pt [5] és a $\text{Cs}_9\text{Pt}_4\text{H}$ [6] vegyületeket sikerült előállítani (utóbbiban H^- hidridionok is vannak a rácsban), és sikerült is igazolni a csaknem teljes töltésszétválást, vagyis a platinidion kétszeres negatív töltését. A közelmúltban pedig nagy nyomáson szintetizálták a K_3Ir vegyületet, Ir^{3-} irididionokkal [7].

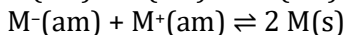
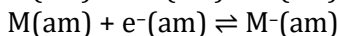
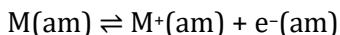
Alkálifém anionok

Néhány sorral korábban az Na^- nátridion elrettentő példaként szerepelt. Valóban, az Na^- jelölés feltűnése egy kémiadolgozatban általában komoly retorziókhoz szokott vezetni.

Hogy valami iskoláskori trauma vezette-e azokat a kutatókat, akik (csak azért is?) nátrium-nátridot állítottak elő Na^+ és Na^- ionok „felhasználásával”, arról nincsenek információk, mindenesetre a NaNa ionvegyület egész biztosan kiérdemli a szokatlan jelzõt, még ha helyesebb (és félelmetesebb) is $\text{Na}(\text{crypt})\text{Na}$ -ként jelölni.

Az út, amelynek végén a NaNa áll, a nátrium ammóniás oldatánál kezdődött. Régi megfigyelés (Davy révén, 1807-ben), hogy az alkálifémek élénk kék színnel remekül oldódnak folyékony ammóniában. Ezek az oldatok rendkívül érdekesnek bizonyultak. A mindegyikre jellemző kék szín (később műszeres mérésekkel azonosított abszorpciós sáv) valamilyen azonos részecske jelenlétére utal: hogy ez a fématomok által leadott és ammóniamolekulák által „közrefogott” elektron, igazán meglepő. Oldat, amelyben szolvatált elektronok találhatók. Később, szintén spektroszkópiai úton más váratlan részecskéket is azonosítottak: negatív töltésű fémionokat.

Így az ammóniás alkálifémoldatokban ezekkel az egyensúlyokkal biztosan számolni kell:



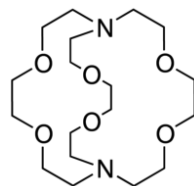
A fenti egyenletekben M a fématomot, az (am) pedig a kérdéses részecske ammóniamolekulák általi solvatációját jelenti. (A valóságban még ennél is összetettebbek ezek az oldatok, de számunkra most elegendő lesz e két egyensúllyal foglalkozni.)

Később más, az ammóniához hasonló oldószerekkel (pl. metilaminnal, etilaminnal, etilén-diaminnal, sőt oxigéntartalmú oldószerekkel) készült oldatokat is vizsgáltak. Kiderült, hogy a fenti egyensúlyok helyzete függ az oldószer minőségétől, és amíg ammóniában mindig viszonylag kicsi marad az anion koncentrációja, úgy pl. etilamin esetén a második egyensúly jobban eltolódik a felső nyíl irányába. Viszont etilaminban sokkal kisebb a nátrium oldhatósága, mint ammóniában. [8,9]

Ekkor kerül képbe a (crypt).

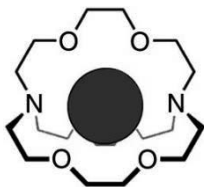
A kedves olvasó akkor jár el a leghelyesebben, ha most azonnal megkeresi Braun Tibor cikkét a Magyar Kémikusok Lapjában – szerencsére online is elérhető [10].

A korábban már használt (crypt) rövidítés a következő molekulára vonatkozott:



1. ábra. [2.2.2]kriptand

Ez egy viszonylag egyszerű képviselője annak a vegyületcsaládnak, amelyet felfedezője kriptandoknak nevezett el, utalva arra, hogy könnyen a kriptájává válhatnak gyanútlan ionoknak.

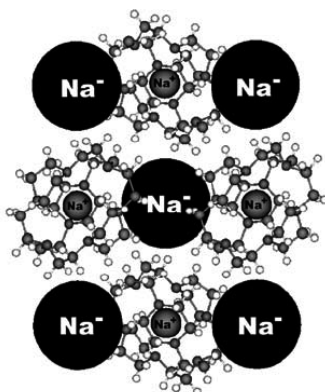


2. ábra. [2.2.2]kriptand egy elfogott ionnal

Ezek a komplexek a komplexképző kriptand alapos ölelésének köszönhetően meglehetősen stabilak még olyan ionokkal is, mint az alkálifémionok, amelyekről nem megszokott az erős kötődés. Ráadásul kémiailag meglehetősen „ellenállóak”, pl. nagyon erős redukálószerekkel szemben is. E tényeknek látni fogjuk a jelentőségét.

Térjünk vissza a nátriumra és az etilaminra. Az említett csekély oldhatóságon sokat javít a kriptand hozzáadása (több mint ezerszeresére növeli), mivel stabil komplexet képez a nátriumionnal (Na^+). (Vajon a nátridionnal miért nem?) [11, 12]

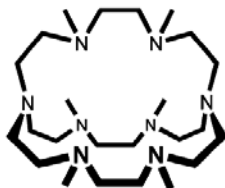
Ha ezt az oldatot, amely tehát jelentős koncentrációban tartalmaz $\text{Na}(\text{crypt})^+$ és Na^- ionokat, kb. $-15\text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtik, érdekes anyag kristályosodik ki: $\text{Na}(\text{crypt})\text{Na}$. Nátrium-nátrid, ha eltekintünk a nátriumiont beburkoló kriptandtól. A vegyület aranyszínű csillogó kristályokat alkot, levegőre, nedvességre érzékeny, és már $0\text{ }^\circ\text{C}$ körül elbomlik nátriumra (normális, fémnátriumra) és a „szabad” kriptandra. [13]



3. ábra. A nátrium-nátrid egyszerűsített szerkezete [16]. Érdemes megfigyelni a Na^+ és a Na^- méretkülönbségét.

Számos hasonló ionvegyületet állítottak elő így alkálifémekkel, olyanokat is, amelyekben nem ugyanaz az elem szerepel kationként és anionként. Egyedül a lítium állt ellen az anionképzésnek. (Pontosabban oldatban kimutatható a jelenléte, de lítidiont tartalmazó kristály egyelőre ismeretlen.) [14]

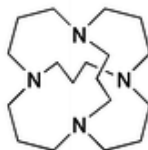
A kriptand módosításával később sikerült olyan vegyületeket $[K^+(aza222)Na^-]$, $[K^+(aza222)K^-]$ is szintetizálni, amely szobahőmérsékleten is stabilak. Ehhez a kriptand oxigénatomjait nitrogénatomokra cserélték, ezzel növelve a redukcióval szembeni stabilitását. [15]



4. ábra. Ún. azakriptand (aza222), amellyel lehetővé vált szobahőmérsékleten is stabil alkalidok előállítása

A negatív töltésű alkálifémiont tartalmazó vegyületek bizarr képviselője az inverz nátrium-hidrid. A „normális” nátrium-hidrid kationja Na^+ , anionja H^- . Az inverzé H^+ és Na^- . A nátridionon már nem lepődünk meg, de a H^+ mint kation... Ráadásul az alkalideket bázis (ammónia vagy amin) jelenlétében szintetizálták, ott a H^+ -nak nem sok keresnivalója van.

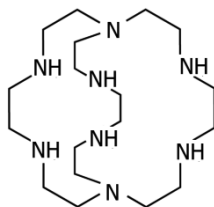
A kulcs egy olyan ketrec ($[3^6]$ adamanzán) használata volt, amelyben a proton a molekula belsejében oly mértékben stabilan kötött, hogy abból viszonylag erős bázisok sem tudják kirángatni. Mivel nem valamelyik nitrogénatomhoz kötődik, hanem a ketrec közepén található, jogosan tekinthetjük fogságba ejtett H^+ -nak.



5. ábra. $[3^6]$ adamanzán, egyfajta azakriptand, amivel H^+ -t lehet fogni

A bizarr műfaj igazi bajnoka azonban a banán (banana) lenne, de azt mindez ideig nem sikerült előállítani. Részsikert ugyan elérték, de a banán egyelőre csak álom.

Pedig a bárium-nátrid (BaNa_2 , vagyis BaNaNa) szintézisére komoly erőfeszítéseket tettek. Az említett részsikert az alábbi kriptanddal ($\text{H}_6\text{aza222}$) érték el úgy, hogy a kapott vegyület összetétele $\text{Ba}^{2+}(\text{H}_5\text{aza222}^-)\text{Na}^-$ lett, vagyis a kriptand egyik NH -csoportja deprotonálódott.



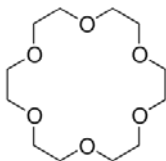
6. ábra. $\text{H}_6\text{aza}(222)$

Különösen érdekes, hogy ebben a vegyületben Na_2^{2-} ionpárokat azonosítottak. [16]

Szokatlannak neveztük az alkálifém anionokat tartalmazó ionvegyületeket. Milyen anion lehet még szokatlanabb a Na^- -nál? Egy olyan anion, ami nem is anion.

Emlékezzünk vissza, hogy az alkálifémek ammóniával és más hasonló oldószerekkel készült oldatai szolvatált elektront is tartalmaznak. Elképzelhető, hogy ha egy ilyen oldathoz komplexképző kriptandot adnak, olyan vegyület kristályosodjon ki, amelyben az anion szerepét maga az elektron tölti be. Úgy, mint a normális ionkristályokban, lokalizálva, a kristály geometriája által meghatározott pozíciókban. Ezeket a vegyületeket elektrideknek nevezik. [17]

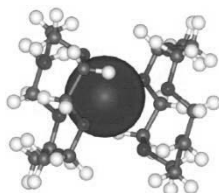
Ilyen elektrid a $\text{Cs}(\text{18C6})_2\text{e}^-$, ahol a 18C6 rövidítés az alábbi molekulát jelöli:



7. ábra. 18C6 koronaéter

Az ilyen ligandumokat koronaéternek nevezik. A 18C6 rövidítés a gyűrű tagszámára és az oxigénatomok számára utal, a C pedig nem a szén vegyjele, hanem a crown rövidítése.

A képletből látható, hogy a céziumiont itt két koronaéter komplexálja, mondhatni szendvicset képezve:



8. ábra. $\text{Cs}(\text{18C6})_2^+$ szendvics [17]

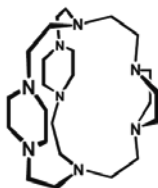
Többféle alkálifém-elektridet állítottak elő: a fémionok különbözősége mellett többféle „burkot” (koronaétert, kriptandot vagy azakriptandot) is kaphattak. [16, 18]

Ezekben az elektridekben egyébként meglehetősen különböző az elektronok elhelyezkedése. Egyesekben gyakorlatilag lokalizáltak tekinthetők, míg másokban számottevően mobilisak. A szerkezetvizsgálatok olyan eseteket is feltártak, ahol az elektronok párokat alkotnak, és ezek az elektronpárok foglalják el az anionhelyeket. [16, 17]

Érdekes, hogy olyan kristályokat, amelyekben az anionhelyek egy csekély részét elektronok foglalják el, már viszonylag régóta ismerünk. Az ilyen anyagok optikai, elektromos és mágneses tulajdonságai jelentősen eltérhetnek az eredeti, normális ionrácsétól. Gyakran a szintelen kiindulási vegyület színes lesz, ha megjelennek az anionként funkcionáló elektronok. (Ez utóbbiakat ezért F-centrumnak nevezik, a német *Farbe* = szín szó után.) A hatás, ami ezt az átalakulást (vagyis az anion elektronvesztését és eltávozását) kiváltja, lehet egyszerű melegítés, de akár nagy energiájú ionizáló sugárzás is. A leghíresebb példa talán a lila színű fluorit ásvány, amely összetételét tekintve kalcium-fluorid (CaF_2). Ez a rács módosítása nélkül egy szintelen anyag, amely – az ásványvilágban talán szokatlan módon – nem valamilyen szennyezőnek köszönheti a színét, hanem néhány fluoridion hiányának, azaz a rácsban lévő F-centrumoknak.

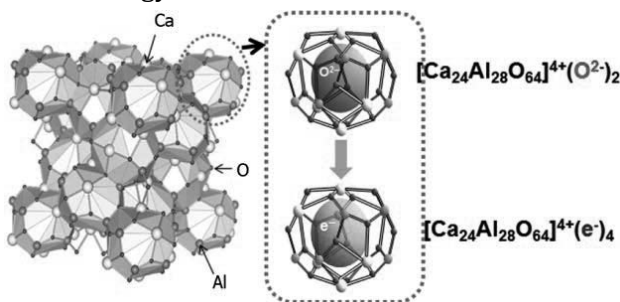
Az elektridek nagy többsége igen reakcióképes anyag, „szabad” elektronjaik révén erős redukálószerek. Sokáig nem is ismertek olyan elektridet, amelyik termikusan is és kémiailag is stabil lenne, azaz szobahőmérsékleten és pl. levegő vagy vízgőz jelenlétében is eltartható.

A termikus stabilitást először egy azakriptanddal sikerült elérni. [19] Emlékezzünk vissza, az alkalidok esetén is növelte a kémiai „ellenállóképességet” az oxigénatomok nitrogénatomokra (különösen tercier nitrogénatomokra) cserélése. Az alkálifém elektridekhez azonban még az aza222-nál is hatékonyabban védő kriptand kellett. És még a neve is jobb: TriPip. (Nevét a három gyűrűs piperazin-részlet miatt kapta.)



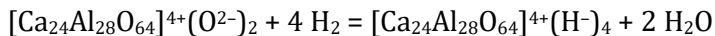
9. ábra. TriPip, egy dizájner kriptand [16]

Az első olyan elektrid, amely nem csak termikus, de számottevő kémiai stabilitást is mutatott, a viszonylag jól ismert $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}_{33}$ tapasztalati képletű anyagból született. [20] Nem melleleg, az elektrideknek egy teljesen más csoportjába tartozik. Ez a bonyolult szerkezetű összetett oxid (formálisan $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$) már önmagában is érdekes, ugyanis a rácsában egymással is összekapcsolódó, Ca, Al és O atomokból álló „ketreceket” figyelhetünk meg, amelyek közül minden hatodiknak a belsejében található egy O^{2-} ion.



10. ábra. $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+}(\text{O}^{2-})_2$ és a $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+}(\text{e}^-)_4$ vázlatos szerkezete [20]

Ez a szerkezet már önmagában is szokatlannak mondható, hát még ha azt is hozzátesszük, hogy a „különálló” oxidionok eléggé szabadon mozoghatnak (mondhatni delokalizáltak). Ezt sikerült intuitív kémiai módszerrel úgy átalakítani, hogy az oxidionok helyére, minden harmadik ketreckébe egy elektron kerüljön. Hidrogénatmoszférában melegítve a vegyületet, az oxidionok hidridionokra cserélődtek [20]:



Ha pedig a terméket UV-fénnyel besugározták, a hidridionok ionizálódtak ($\text{H}^- \rightarrow \text{H} + \text{e}^-$), és a leszakított elektronok ott maradtak a ketrecek belsejében:



(Az egyenletekben a vegyület elemi cellájának összetétele van feltüntetve, ezért a kétszerezés.)

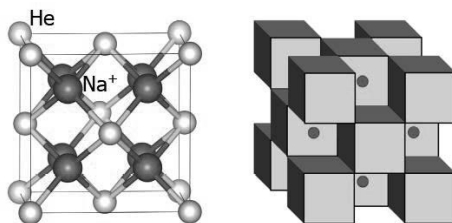
Ennek a nagyon stabil elektridnek számos izgalmas gyakorlati alkalmazása lehet a jövőben. Az egyik az ammóniaszintézis katalízise. Az ipari ammóniagyártásról tudjuk, hogy egyrészt mennyire fontos, másrészt mennyire nehezen kivitelezhető folyamat. Egyes becslések szerint a világ teljes energiafelhasználásának több, mint 1%-át emésztí fel, annak ellenére, hogy exoterm reakcióról van szó. Az okok ismertek, a katalizátor dolga lenne lecsökkenteni a legproblémásabb lépés, az N_2 disszociációjának aktiválási energiáját. Manapság talán a fém-oxidra (pl. Al_2O_3 -ra) leválasztott ruténium nanoszemcsék ígérkeznek a legjobbnak e téren. De a hosszú képletű elektridre leválasztott ruténium ennél is jobb. (A működési mechanizmus nem egyszerű, de mindenképpen kulcsfontosságú az elektridből a ruténiumra vándorló elektronok szerepe, amelyekkel a nitrogénmolekula egyik atomját megkínálva, jelentősen gyengül az N–N kötés.) Kísérletek igazolták az aktiválási energia jelentős csökkenését, így az ammóniaképződés sebességének növekedését. [21]

Az utóbbi évtizedben a szobahőmérsékleten stabil elektridek kutatása nagy lendületet kapott. A számtalan új anyag között vannak például olyanok, amelyekben az elektronok gyakorlatilag önálló rétegeket alkotnak a kationos rétegek között. Ilyen pl. a Ca_2N [22] és az Y_2C [23].

A közelmúlt talán legnagyobb visszhangot kiváltó elektridje viszont egy héliumvegyület volt [24].

Az már régóta ismert, hogy nagyon nagy nyomásokon az anyagok szerkezete egészen szokatlan lehet. Azt is tudtuk, hogy léteznek nagy nyomású elektridek, azaz olyan kristályok, amelyek normál körülmények között nem elektridek, de nyomás alatt azzá válnak. Számos fém is így viselkedik például: azaz a hagyományos delokalizált elektronrendszerből lokalizált fémion-elektron rács képződik.

A már említett vegyületnek, amellyel előállítói legyőzték a periódusos rendszer utolsó ellenállóját, Na_2He a tapasztalati képlete, és 113 GPa fölött stabil. Összetételét leginkább a $(\text{Na}^+)_4(2e^-)_2\text{He}_2$ „képlet” írja le, ugyanis az elektronok a rácsban lokalizáltak, de párokat alkotva helyezkednek el.



11. ábra. Az Na_2He szerkezete. A bal oldali ábrán a héliumatomok és a nátriumionok elhelyezkedése látható. A jobb oldalon ezek pozícióját kockák mutatják, az elektronnégyest pedig a pöttyök [24].

A kristályban a héliumatomok nem vesznek részt kémiai kötésben a megszokott fogalmaink szerint, jelenlétük mégis nélkülözhetetlen az adott körülmények közti stabilitáshoz, arányuk pedig egyértelműen sztöchiometrikus, így nem vitatható, hogy valódi vegyülettel állunk szemben, nem pedig arról van szó, hogy a héliumatomok csak beszorultak valahová, ahol semmi keresnivalójuk nincs. [25]

Kiderült, hogy számos ionvegyület hasonlóképpen képez vegyületet héliummal (pl. Na_2OHe , MgF_2He , MgOHe) extrém nagy nyomáson. [26]

Nehéz elképzelni, hogy az ilyen felfedezéseknek gyakorlati jelentősége lehet. Pedig nagyon úgy tűnik, hogy mégis van. Egy 2017-ben megjelent tanulmány [27] igazolta, hogy igen nagy nyomáson és hőmérsékleten (kb. 2000 K és 100 GPa) az FeOOH ásvány (goethit) átalakul FeO_2 összetételű anyaggá. Szerkezete nem egyszerű, kiderült, hogy nem analógja az FeS_2 piritnek, tehát nem vas(II)-peroxid, ugyanis a vas nagyrészt +3 oxidációs állapotban található benne. [28] De nem is ez a

lényeg, hanem az, hogy elméleti számítások szerint ez a vegyület szintén képes lehet vegyületképzésre a héliummal, FeO_2He összetétellel [29].

Tudvalévő, hogy a Föld héliumkészlete nagyrészt a földkéregben található, forrása pedig az ott zajló alfa-bomlás. Mivel az alfa-bomlás ^4He -t termel, a földi héliumban nagyon nagy a ^4He : ^3He arány (kb. 10^6 :20), sokkal nagyobb, mint a teljes univerzumra számított (kb. 10^6 :200). Csakhogy a földköpeny mélyebb zónáiból, a mag-köpeny határ közeléből származó magmában (az ún. hot spotok területén, pl. a Hawaii-szigeteken) jelentősen nagyobb ^3He : ^4He arányt mérnek, mint a kéregben. Milyen formában lehet jelen ott a ^3He ? Mivel a Föld magja nagyrészt vas, a köpenyben pedig gyakori az oxigén, a kérdéses zónában uralkodó hőmérséklet és nyomás pedig benne van az FeO_2He stabilitási tartományában, lehetséges, hogy ilyen vegyületben is megtalálható a hélium a Föld mélyén. [30]

Irodalom

- [1] Sommer, A. (1943). Alloys of gold with alkali metals. *Nature*, 152(3851), 215.
- [2] Jansen, M. (2008). The chemistry of gold as an anion. *Chemical Society Reviews*, 37(9), 1826-1835.
- [3] Andersen, T., Haugen, H. K., & Hotop, H. (1999). Binding energies in atomic negative ions: III. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 28(6), 1511-1533.
- [4] Pyykkö, P. (2004). Theoretical chemistry of gold. *Angewandte Chemie International Edition*, 43(34), 4412-4456.
- [5] Karpov, A., Nuss, J., Wedig, U., & Jansen, M. (2003). Cs_2Pt : A Platinide (-II) Exhibiting Complete Charge Separation. *Angewandte Chemie International Edition*, 42(39), 4818-4821.
- [6] Smetana, V., & Mudring, A. V. (2016). Cesium Platinide Hydride $4\text{Cs}_2\text{Pt}\cdot\text{CsH}$: An Intermetallic Double Salt Featuring Metal Anions. *Angewandte Chemie International Edition*, 55(47), 14838-14841.
- [7] Brgoch, J., & Hermus, M. (2016). Pressure-Stabilized Ir^{3-} in a Superconducting Potassium Iridide. *The Journal of Physical Chemistry C*, 120(36), 20033-20039.

- [8] Jortner, J., & Kestner, N. R. (Eds.). (2012). *Electrons in Fluids: The Nature of Metal—Ammonia Solutions*. Springer Science & Business Media.
- [9] Dye, J. L. (1991). Electrides and alkalides-comparison with metal solutions. *Le Journal de Physique IV*, 1(C5), C5-259.
- [10] Braun Tibor (2016). Aiszküloszi érzelmek nyomán a kémiában. Vendéglátó-vendég és börtön-rab szupramolekuláris kapcsolatok. *Magyar Kémikusok Lapja* 71(6), 189-194.
http://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2016/2016_06.pdf
- [11] Dye, J. L. (1979). Compounds of alkali metal anions. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 18(8), 587-598.
- [12] Dye, J. L. (1977). Alkali metal anions. An unusual oxidation state. *Journal of Chemical Education*, 54(6), 332.
- [13] Tehan, F. J., Barnett, B. L., & Dye, J. L. (1974). Alkali anions. Preparation and crystal structure of a compound which contains the cryptated sodium cation and the sodium anion. *Journal of the American Chemical Society*, 96(23), 7203-7208.
- [14] Dye, J. L., & DeBacker, M. G. (1987). Physical and chemical properties of alkalides and electrides. *Annual Review of Physical Chemistry*, 38(1), 271-299.
- [15] Kim, J., Ichimura, A. S., Huang, R. H., Redko, M., Phillips, R. C., Jackson, J. E., & Dye, J. L. (1999). Crystalline salts of Na⁻ and K⁻ (alkalides) that are stable at room temperature. *Journal of the American Chemical Society*, 121(45), 10666-10667.
- [16] Dye, J. L., Redko, M. Y., Huang, R. H., & Jackson, J. E. (2006). Role of cation complexants in the synthesis of alkalides and electrides. *Advances in inorganic chemistry*, 59, 205-231.
- [17] Dye, J. L. (2003). Electrons as anions. *Science*, 301(5633), 607-608.
- [18] Dye, J. L. (1990). Electrides: ionic salts with electrons as the anions. *Science*, 247(4943), 663-668.
- [19] Redko, M. Y., Jackson, J. E., Huang, R. H., & Dye, J. L. (2005). Design and synthesis of a thermally stable organic electride. *Journal of the American Chemical Society*, 127(35), 12416-12422.
- [20] Matsuishi, S., Toda, Y., Miyakawa, M., Hayashi, K., Kamiya, T., Hirano, M., & Hosono, H. (2003). High-density electron anions in a

nanoporous single crystal: $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+}(4\text{e}^-)$. *Science*, 301(5633), 626-629.

[21] Hara, M., Kitano, M., & Hosono, H. (2017). Ru-loaded C_{12}A_7 :e⁻ electride as a catalyst for ammonia synthesis. *ACS Catalysis*, 7(4), 2313-2324. Inoue, Y., Kitano, M., Tokunari, M., Taniguchi, T., Ooya, K., Abe, H., & Hosono, H. (2019). Direct activation of cobalt catalyst by $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ electride for ammonia synthesis. *ACS Catalysis*.

[22] Lee, K., Kim, S. W., Toda, Y., Matsuishi, S., & Hosono, H. (2013). Dicalcium nitride as a two-dimensional electride with an anionic electron layer. *Nature*, 494(7437), 336.

[23] Park, J., Lee, K., Lee, S. Y., Nandadasa, C. N., Kim, S., Lee, K. H., & Kim, S. W. (2017). Strong localization of anionic electrons at interlayer for electrical and magnetic anisotropy in two-dimensional Y_2C electride. *Journal of the American Chemical Society*, 139(2), 615-618.

[24] Dong, X., Oganov, A. R., Goncharov, A. F., Stavrou, E., Lobanov, S., Saleh, G., & Dronskowski, R. (2017). A stable compound of helium and sodium at high pressure. *Nature chemistry*, 9(5), 440.

[25] Botana, J., & Miao, M. S. (2017). Helium Shows New Chemistry Not Seen Anywhere Else. *Chem*, 2(4), 466-467.

[26] Liu, Z., Botana, J., Hermann, A., Valdez, S., Zurek, E., Yan, D., & Miao, M. S. (2018). Reactivity of He with ionic compounds under high pressure. *Nature communications*, 9(1), 951.

[27] Hu, Q., Kim, D. Y., Liu, J., Meng, Y., Yang, L., Zhang, D., & Mao, H. K. (2017). Dehydrogenation of goethite in Earth's deep lower mantle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201620644.

[28] Streltsov, S. S., Shorikov, A. O., Skorniyakov, S. L., Poteryaev, A. I., & Khomskii, D. I. (2017). Unexpected 3+ valence of iron in FeO_2 , a geologically important material lying "in between" oxides and peroxides. *Scientific reports*, 7(1), 13005.

[29] Zhang, J., Lv, J., Li, H., Feng, X., Lu, C., Redfern, S. A., & Ma, Y. (2018). Rare Helium-Bearing Compound FeO_2He Stabilized at Deep-Earth Conditions. *Physical review letters*, 121(25), 255703.

[30] Ball, P. (2019). Helium's deep mystery. *Nature Materials* 18(2), 96.

SUFNILABOR



Kóczán György

A sötét február szellemében: gyilkos teamécses és a világvége

A legtöbb szakma művelője hajlamos a munkavédelmet fölösleges adminisztratív kukacskodásnak, a munka akadályozásának tekinteni. A vegyész viszont tudja, hogy a túlélés zálogát jelenti a szabályok betartása, és nem idegen számára a veszélyes helyzetek kezelése, mivel sok munkavédelmi kérdés valójában kémiai probléma.

A téli szezon számos veszélyes helyzetet hordoz, melyek kémiai szempontból tanulságosak a zugvegyész számára. Erre látunk most két érdekes példát.

A karácsony a katasztrófák melegágya – nemcsak a pontyok számára. Rengeteg bénázás a karácsonyfával, csillagszórótűzek, ételmérgezések színesítik a katasztrófavédelem és a Darwin-díj bizottság munkáját. Egyik ismerősöm egy érdekes haváriát generált, aminek könnyen csúnya vége lehetett volna. Egy olyan mécsestartóban égetett teamécseket, ahol azok ferdén egymás fölött helyezkednek el. A szemrevaló szerkezetet sok éve használja, és első blikkre teljesen biztonságosnak tűnt. Karácsony este aztán a legfelső mécses egyszer csak hatalmas, forró, 20 centis lánggal kezdett égni, hangosan sercege. Szerencsére a láng semmit nem gyújtott fel, időben észre is vették, és – ismét hatalmas szerencse – a tűzvésszel fenyegető helyzet kezelése során az érintett nem veszítette el higgadtságát. Magas szintű természettudományos képzés során nyert ismereteinek hála, ismerősöm a veszedelem megfékezésére a megfelelő oltási technológiát (éghetetlen anyaggal való letakarás) használta, nem a gyakorlatban sokkal inkább elterjedt, pánikszülte „leöntjük vízzel” eljárást, mely alighanem robbanással, és pusztító lakástűzzel ért volna

véget. Hogyan fordulhat elő, hogy a teamécses, mely üzemszerűen csak kb. 2 centiméteres lánggal, csendesen pislákol a bölcsészszobák mélyén, egyszer csak önmagából kifordult, őrjöngő, tűzokádó, pusztító veszélyforrássá válik?

A jelenségre a korábbi, színes lángos kísérletek kapcsán meg tudjuk adni a választ. Miből készül a teamécses? Szilárd paraffinból. Ennek az anyagnak 40 °C körül van az olvadáspontja, és 370-400 °C-on forr.¹ A mécses működése során a láng által termelt hő a paraffint megolvasztja, a folyadékot a kanóc felszívja, a lángban felforrósodó kanócról a paraffin elpárolog, a gőz a levegővel elkeveredve végül elég, a keletkező hő pedig újabb paraffint olvaszt meg. Így áll össze a „körfolyamat”. Ha a kanóc túl vékony, akkor a láng nem termel elég hőt ahhoz, hogy elég paraffin megolvadjon, és a gyertya idővel kialszik. Ha a kanóc túl vastag, akkor a termelődő hő a paraffint túl hamar megolvasztja, ha gyertyánk van, az elfolyik.² Persze mécses esetén ez még nem volna gond,³ az olvadt paraffint az alumíniumcsésze egyben tartja, csak hogy a túl sok hő hatására az olvadt paraffin előbb-utóbb eléri a forráspontját, gőzei a levegővel éghető elegyet alkotnak, meggyulladnak, és akkor már nemcsak a kanóc végén lesz egy kis láng,

¹ Mivel hosszú láncú szénhidrogének keverékéről van szó, sem az olvadáspont, sem a forráspont nem konkrét érték, és különböző termékek között akár jelentős eltérés is lehet.

² Hajlamosak vagyunk a régi korok eszközeit egyszerű dolgoknak gondolni. Mint látjuk, gyertyát készíteni nem is olyan könnyű: a kanóc méretének/anyagának, a gyertya átmérőjének és a paraffin (régbben faggyú, vagy méhviasz) tulajdonságainak tökéletes szinkronban kell lenniük. A gyertyakészítők számos kísérlettel „lőtték be” a megfelelő méreteket, és a táblázataikat gondosan titkolták a konkurencia előtt.

³ A mécsesek műszakilag sokkal egyszerűbb dolgok, mint a gyertya, nem véletlen, hogy a szegények korábban ezt, és nem a drága gyertyákat használták. A mécsesnél nem szükséges a komponensek méretének gondos finomhangolása: ha a kanóc elég vastag ahhoz, hogy elegendő viasz/faggyú megolvadjon, de nem annyira vastag, hogy egyben fel is forrjon, akkor a fényforrás működni fog. Mécseseket az ókortól kezdődően biztos, hogy használtak, természetesen nem ezt az alumínium-pohárkás megoldást, hanem egy cserépből készült, papucs alakú edényt, aminek elkeskenyedő végébe fektették be a kanócot (szövetdarabot, spárgát, vagy akár egy faforgácsot), öblös részébe töltötték az éghető anyagot, akár folyadék formában (olaj).

hanem a mécses teljes keresztmetszetében égni fog a paraffin. Az így még több hőt termel, a forrás egyre hevesebb lesz, több gőz képződik, az égés is hevesebb lesz. Láttuk ezt korábban a színes lángos kísérletben is: ahhoz, hogy a fémsók elpárologjanak (és így színes lángot kapjunk) szükség volt a kanócra a megfelelő hőmérséklet elérésére. Az alkohol viszont egyből teljes terjedelmében lángra kapott, hisz forráspontja alacsony, és már szobahőmérsékleten is jelentős mértékben párolog.

Miért nem volt veszélyes az alkohol lángja, amikor teljes keresztmetszetben, és nemcsak a kanóc hegyén égett, és miért veszélyes ugyanez a paraffin esetén? Elsősorban azért, mert a mécses esetén nem számítottunk erre, az alkohol esetén meg igen. A másik fontos dolog a két anyag égéshőjének különbségében van. A paraffin lángja sokkal forróbb (így nagyobb a gyújtóhatása, ezért veszélyesebb), hisz az alkohol már részben oxidált szerves vegyület, kevesebb hő képződik az égése, oxidációja során.

Megfejtettük, hogy a mécses „bebrutalizálódásának” oka a túlmelegedés. Vajon mi okozhatta ezt a példabeli esetben? A mécesstartón a mécsesek esztétikusan (és mint látjuk, életveszélyesen) ferdén egymás fölött voltak. Ha áll a levegő, akkor ez az elrendezés nem okoz gondot, hisz az egyes mécsesek megtermelt hője felfelé száll, és elkerüli a szomszéd mécsesét. Szerencsétlenségünkre⁴ a példabeli mécesstartó egy olyan helyre került, ahol a huzat éppen annyira térítette ki a lángokat (és a felszálló forró levegőt), hogy azok sorban az éppen felettük lévő mécseset melegítették. Így alulról a második mécses már egy kicsit melegebb volt, így nagyobb lánggal égett, több hőt termelt, és ezzel melegítette a harmadik mécseset, ami így még melegebb lett, végül a legfelső mécses paraffintartalma felforrt, és kis híján porig égette a XIV. kerületet. Szép többlépcsős láncreakciót láthattunk. Az eset jól mutatja, hogy a mécesstartók tervezési folyamatában az álmodozó művészek mellett nem árt, ha egy kémiában és pusztító tűzvésekben egyaránt jártas személy is részt vesz, és akkor nem gyártunk olyan eszközt, ahol a mécsesek egymás fölött találhatók.

⁴ És az olvasók szerencséjére, hisz ezt a cikket az élet szülte. A szerző sem gondolta volna, hogy a békés mécsesek ilyen veszélyesek lehetnek.

Egy sufnivegyész számára a megismerés útja nem lehet a valóság talajától elrugaszkodott elméleti eszmefuttatás. A kritikus tűzvédelmi eseményeket is a gyakorlatban, kísérletileg kell kipróbálni. Ez egy fontos elvi kérdés: a veszélyes dolgokat nem tiltjuk, hanem kontrollált, biztonságos körülmények között megismerjük, hogy a jövőben tudatosan el tudjuk kerülni, és a kialakult vészhelyzeteket professzionálisan tudjuk kezelni. Így tölti be a munkavédelem a szerepét, és válik a biztonság eszközévé, nem pedig bürokratikus kolonccá.

Vegyünk egy teamécsest. Égessük addig, amíg csak pár gramm paraffin marad benne. (A jelenség így is szépen látszani fog, de kevesebb égő anyag kisebb veszélyt jelent.) Keressünk egy minden éghető anyagtól távol eső helyet, természetesen a szabadban. Például egy földhagyott kőbányát vagy kies sivatagot. A pirotechnikai kísérletek alapszabálya, hogy mielőtt bármit meggyújtunk, készítsünk elő egy eszközt, amivel majd eloltjuk. Az égő paraffint legegyszerűbb egy nagy konzervdobozzal letakarni vagy homokkal leszórni. Tehát ezek legyenek kéznél.

A mécsest rakjuk vaslapra, gyűjtsuk meg, és melegítsük alulról, például egy gázlámpával. Pár perc alatt a mécses teljes keresztmetszetében begyullad (ekkor még a paraffin nem forr, csak gyorsan párolog). Ha ekkor elvesszük a külső melegítést, a nagy láng megmarad, sőt, ahogy a paraffin melegszik, előbb-utóbb felforr, és még hevesebbé válik az égés. Eljött az ideje, hogy eloltsuk a tüzet: fedjük le a mécsest a konzervdobozzal. (És ezt előre próbáljuk is el.) A konzervdobozos oltás során két nagy hibát lehet elkövetni. Az egyik, hogy a doboz vékony anyaga a láng fölött egy pillanat alatt átmelelegszik, és még az oltás előtt megégetjük magunkat – tehát védőkesztyűben oltunk. A másik, hogy a sikeres oltás után pár másodperccel levesszük a dobozt, megnézni, hogy hogyan sikerült az akció, és ekkor, a konzervdoboz alatti paraffingőz a levegővel elkeveredve a még izzó kanóc hatására berobban, leégetve hajunkat, meg egyebeket. Tehát a takarás után percekig kell várni, hogy a doboz alatti dolgok kihűljenek, és a doboz biztonsággal eltávolítható legyen.

Figyelem! Cikkünk célja az, hogy bemutassuk, miként alakulnak ki, és milyen természettudományos jelenségek állnak a tűzvédelmi szabályok mögött. Ez a kísérlet egy gyakorlatban megtörtént

vészhelyzet modellezése. Az okos ember sokat tanul belőle, ezért hasznos lehet elvégezni. Fontos, hogy a kísérlet során a leírtaktól ne térjünk el, és megfontoltan, nyugodtan dolgozzunk. Mindenképpen csak minimális, pár gramm paraffint tartalmazó mécsest használjunk, semmiképpen ne növeljük a mennyiséget.

Régi szakácskönyvek mindig tartalmazták a figyelmeztetést, hogy ha a sütésre használt olaj a serpenyőben meggyullad, akkor azt nehogy víz segítségével próbáljuk eloltani⁵. Az önmagát terminátornak képzelő mécses esetén ugyanaz történik, mint a túlforrósodó olajnál. Mi történne, ha a bedurvult mécsesre vizet öntenénk?

Az égést nem szüntetné meg, hiszen nem tudja a paraffint elzárni a levegőtől. Mivel az olvadt paraffin könnyebb (sűrűsége kb. $0,8 \text{ g/cm}^3$), a víz a mécses aljára süllyed, a tetején az égés békésen folytatódik. Ne feledjük el, hogy a paraffin ekkor már nagyon forró, $370 \text{ }^\circ\text{C}$ körüli a hőmérséklete. A belekerülő víz így azonnal felforr, térfogata hatalmasra nő, a kitáguló gőzvihar szétspricceli az eleve forró, olvadt paraffint, ami ilyen finom permet formájában egyből meggyullad, azaz a mécses teljes anyagmennyisége egyetlen pillanat alatt ég el: az eredményt a pirotechnikai szaknyelv „tűzgömbnek” nevezi. Egyetlen kis mécses is több méteres sugárban tudja szép egyenletesen szétszórni az égő paraffint, és ezzel hihetetlen hatékonysággal lehet akár egy fél szobát egyszerre lángba borítani.

Magas forráspontú folyadék oltására ezért soha nem szabad vizet használni!

A „tűzgömb” valószínűleg minden kolléga fantáziáját megmozgatta, és már tervezi az előző kísérlet kiegészítését egy kis vizes huncutkodással. Ne tegyük! Vannak dolgok, amit az okos ember csak messziről, nagyon messziről szeret nézni. A tűzgömb, atomrobbanás, őrjöngő filozófus ilyen dolog. Megfelelő robottechnika nélkül a belobbant mécsesbe nem tudunk házi körülmények között úgy vizet juttatni, hogy azzal ne veszélyeztessük önmagunkat. Azzal, hogy ezt a kísérletet nem végezzük el, egy másik fontos munkavédelmi szabályt demonstrálunk: tanulunk abból, amire más nagyon ráfaragott, és nem követjük újra el ugyanazt a hibát.

⁵ Használjunk egy fedőt.

A mécsest általában sokkal biztonságosabb dolognak tartják, mint a gyertyát. Most a lelke mélyére néztünk, és megismerkedtünk egy szuperképességével, ami miatt soha többé nem bízunk már meg egyetlen mécseben sem. A karácsonyēj meghitt hangulata már sosem lesz a régi...

Hagyjuk is magunk mögött a várost a gyilkos mécsesekkel, és nézzük meg, hogy a sufnyivegyészt követi-e a veszély a természet háborítatlan világába is? Természetesen követi. Egy jó vegyész bárhol tud életveszélyes dolgokat művelni.

Téli kirándulásaink során érdemes felkeresnünk befagyott tavakat, mocsarakat. Természetesen a jégre lépés során legyünk tisztában a helyzet veszélyeivel és a szabályokkal. A legfontosabb, hogy sose menjünk egyedül, és ne csoportosuljunk egy helyre.

A jégkéreg alatt gyakran látunk buborékokat. Mi alkotja ezeket? Levegő aligha, hisz egyrészt ahogy a tó hűl, úgy a gázok oldhatósága növekszik, másrészt a befagyott tóban oxigénhiányos állapot lép fel, így nem valószínű, hogy levegő szabaduljon fel a vízből. A CO₂ vízben jól oldódik, így ilyen buborék megjelenése sem valószínű. Ezek a buborékok bizony leginkább metánból állnak, ami a tóban felhalmozódó szerves anyag, az iszap anaerob lebomlásának terméke. És itt csillan fel a vegyész szeme! Kirándulásainkra vigyünk magunkkal egy kis vésőt (vagy nagy szeget) és kalapácsot. A buborék felett készítsünk egy lyukat a jégbe (ésszel, hisz mi is a jégen állunk ugyebár), és ha elértük a buborékot, akkor tartsunk a lékhez egy öngyújtót: kis lángocska keletkezik, ami – ha elég nagy a buborék – akár percekig éghet. Természetesen a kísérletet csak szélcsendes időben, a száraz nádastól biztonságos távolságban végezzük el.

Sarkvidéki területeken a hosszú telek alatt hatalmas, több köbméteres metánbuborékok is ki tudnak alakulni, amik begyűjtva méteres lángoszlopot adhatnak (az interneten sok videó található róla). Ha utazásaink során ilyen helyre vetődnénk, akkor mielőtt egy gigabuborékot begyűjtanánk, mindig vegyünk a gázból egy kis mintát, és külön gyűjtsuk meg: ha szép csendesen elég, akkor metánnal van dolgunk, de ha éles pukkanó hangot hallunk, akkor metán és levegő keverékéről van szó. Ha ilyen buborékunk van, akkor az égés visszacsap a jég alá, ahol a gázkeverék berobban, és így egyszerre négyféle halálnemet halhat (robbanás, égés, fulladás, kihűlés) a balga

kísérletező. A gyújtás előtti próbát természetesen a sufnivegyész jól ismeri: ez a durranógázpróba, amit a laborban fejlesztett mindenféle éghető gáz esetén elvégzünk a meggyújtás előtt. Ezt a fontos biztonsági szabályt Alaszkában járva se felejtjük el.

Saját békés erdeinkben is látjuk, hogy bizony komoly mennyiségű metán van elzárva a fagyott tavakban. A sarkvidék örökké fagyott területein az évmilliók alatt hatalmas mennyiségek gyűltek össze. A felmelegedés hatására ezek az elzárt metánkészletek felszabadulnak, és a légkörbe jutva tovább növelik az üvegházhatást, ami további metán kibocsátását eredményezi. Ez a pozitív visszacsatolás a permafroszt olvadásának az egyik igen komoly kockázata. Azzal, ha pár buborékot elégetünk, valójában nemcsak jól szórakozunk, de környezetvédelmi missziót is teljesítünk.

A sufnivegyész e speciális epizódját alighanem a tél végi depresszió inspirálta. A karácsonyi lidércnyomás és a világ pusztulását elhozó sarkvidéki metán emlékeztessen mindenkit arra, hogy a vegyészeknek mennyire fontos, hogy minden élethelyzetben a biztonságra, a vészhelyzetek elhárítására fókuszáljanak. Balesetek mindig előfordulnak, de körültekintő munka esetén a károkat könnyű minimalizálni. A legfontosabb, hogy minden esetből tanuljunk, és vonjuk le a következtetéseket.

Mi lett belőled ifjú vegyész? – Nagymáté Emese, Vascular Plazma Kft. minőségügyi vezető, meghatalmazott személy

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiai versenyeken?

1995. évi Nemzetközi Kémiai Diákolimpia, Peking, bronzérem, 1996. évi Nemzetközi Kémiai Diákolimpia, Moszkva, ezüstérem

Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?

A kémia szeretetét elsősorban általános iskolai tanáromnak köszönhetem, az ő hatására kezdtem el a kémiával komolyabban foglalkozni. Neki köszönhetem azt is, hogy már középiskolába is kémia-biológia tagozatra jártam.



Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Hallottam róla, de nem voltam rendszeres olvasója.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Természetesen igen, hiszen a versenyekre való felkészülés során már egyértelműen az is kirajzolódott, hogy a kémián belül melyik terület az, ami konkrétan érdekel, amivel a későbbiekben foglalkozni szeretnék. A versenyeredmények eléréséhez szükséges kitartó és lelkiismeretes munka segített hozzá a későbbi pályám során is a céljaim megvalósításához. E tekintetben persze nagyon sokat köszönhetek a mindenben támogató családi háttérnek is.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?

Az ELTE TTK vegyész szakán végeztem 2001-ben, majd 2009-ben a BCE Élettudományi Iskolájában szereztem doktori fokozatot.

Terveimben fel sem merült a pályaelhagyás gondolata, s talán a szerencsének is köszönhetően a választott szakterületen tudtam, tudok dolgozni.

Jelenleg egy gyógyszeripari vállalatnál vagyok minőségügyi vezető és meghatalmazott személy.¹

Nyertél-e más versenyt, ösztöndíjat (hazait, külföldit)?

Egyéb versenyen nem vettem részt, helyette más területeken bővítettem ismereteimet, így van például egy marketing szakirányos közgazdász diplomám is.

Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?

Konkrét példaképem nincs, az egyetemen viszont Káldy Mária tanárnő volt rám a legnagyobb hatással.

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Legyenek nyitottak és ismerjék meg a kémia minden területét, fedezzék fel az összefüggéseket. Olyan tudományról, ismeretekről van szó, melyre mind a mindennapi életben, mind pedig számtalan iparágban, kutatásban szükség van.

Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Mi a hobbid - a kémián kívül?

Folyamatosan keresek új dolgokat, amiket megtanulhatnék, legyen szó akár egy nyelv elsajátításáról, akár egy új sportág kipróbálásáról. A folyamatos önfejlesztés igényét igyekszem továbbadni gyermekeim, vagy akár munkatársaim felé.

¹ A meghatalmazott személy adott gyógyszerek gyártásáért és minőségéért személyes felelősséget vállaló szakember, megnevezése nélkül nem kapható gyógyszergyártási engedély.

Mestersége kémiatanár – Nagy Mária

Bemutakozás



Nagy Mária, középiskolai kémia-fizika szakos tanár vagyok.

Egy kis faluban (Pécsbagotán) születtem és éltem 16 éves koromig. A szomszéd faluba (Szabadszentkirályra) jártunk át általános iskolába. Innen az út a pécsi Nagy Lajos Gimnáziumba vezetett, ahol kémia tagozaton tanultam, majd a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen folytattam kémia-fizika szakon a tanulmányaimat. Pécs és a Mecsek volt kedvenc tartózkodási helyem, itt kerestem tanári állást a diploma megszerzése (1980) után: 2 év nevelőtanárkodás után a Nagy Lajos Gimnázium tanára lettem. Innen 16 év után

a pécsi Kodály Zoltán Gimnáziumba mentem tanítani, s ma is itt dolgozom. Az életem nagy része iskolában zajlott.

A Nagy Lajos Gimnáziumban sok tehetséges diákkal dolgozhattam, szerettük a versenyre készülést, a versenyek izgalmát, így ott „eredményes” is lettem. Négy kémia tagozatos osztályt vittem az érettségiig, heti minimum 5 órában. Így lehet igazán kialakítani a természettudományos gondolkodást. Következő iskolámban kevés diákot sikerült erre terelni, ezért a hangsúlyt a tanárok képzésére, továbbképzésére helyeztem.

Munkám elismerése díjakban kifejezve: Miniszteri Dicséret, Kémiaoktatásért Díj, Rátz Tanár Úr Életműdíj. Nem díjakban pedig sok egykori diák visszajelzése, tanári felkérések.

Milyen diák volt? Voltak például csínytevései, kapott-e intőket?

Jó diák voltam, nem szerettem leégni sem a tanárok, sem az osztálytársak előtt, ezért sokat tanultam, s matematika-, fizika- és kémiaversenyeken vettem részt. A történelem nem volt erősségem, harmadikban azért kaptam meg a jobb jegyet a történelemtanáromtól,

mert mindhárom tárgyból OKTV 2. fordulóra jutottam. Mi elhittük a tanárainknak, hogy a mi érdekünkben tanítanak talán túl sokat! Nem kérdőjeleztük meg munkájukat, tiszteltük őket.

Igen, voltak csínytevéseim, de erről a nyilvánosság előtt nem szeretnék beszélni. Nem vagyok büszke rá.

Miért választotta a tanári pályát? Miért éppen a kémia tantárgyat választotta?

Mióta az eszemet tudom, tanár szerettem volna lenni. Tán ott kezdődött, hogy nagyapámról azt mesélték, hogy a falu esze volt, tanító is lehetett volna... Az elsős tanító néni pedig elvárásolt. Aztán felsőben a matematika-tanárnő szeretete végleg eldöntötte, hogy ezen a pályán a helyem, s én olyan szeretnék lenni, mint Kati néni. Ő képesítés nélkül tanított kémiát, de olyan lelkesen, hogy a kémia tagozatot jelöltük meg a gimnáziumban.

Milyen tervekkel vágott neki a pedagógusi pályának? Mennyiben valósultak meg ezek?

Gimnazistaként azt tapasztaltam, hogy társaimmal meg tudom értetni azokat a dolgokat, amit órán nem értettek. Azt gondoltam, hogy tanárként is képes leszek erre. Hát nem sikerült mindenkivel. Nem a megértéssel van a gond, hanem a megtanulással. S anélkül persze már megérteni sem lehet egy idő után.

Volt-e az életében tanárpéldakép, aki nagy hatással volt önre?

Igen, példaképem az általános iskolai matematika-kémia tanárom, aki nagy szeretettel tanított órán kívül is, minden kíváncsiságomat igyekezett kielégíteni. Aztán később is – gimnáziumban, egyetemen, majd kollégaként – voltak olyan tanárok, akik nagy hatással voltak rám. Szerencsésnek érzem magam emiatt.

Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?

Amitől tán más óra is: ha a diákok aktív résztvevői a feldolgozásnak. Ehhez manapság változatossá kell tenni az órákat. A kémiaórán a legélvezetesebbnek a kísérleteket tartják a diákok. Ehhez mindig hangsúlyozom, hogy a kísérlet célja valami új megtanulása. Szoktam mondani, hogy nem mutatványos vagyok, hanem tanár. Az, hogy egy

óra jól sikerült, hangot is adnak a diákok néha: ó, de kár, hogy vége van!

Ön szerint milyen a „jó” gyerek?

A jó diák érdeklődő, olyan kérdéseket, problémákat vet fel, amelyek előrelendítik az órát. S ha kell, otthon megtanulja az új ismereteket, megírja a gyakorló feladatokat. S ha valami nem megy, rákérdez, ahelyett, hogy próbálja eltitkolni esetleges hozzá nem értését. Azért a csibészeket is szeretem.

Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?

Mindig az a kedvenc, amit éppen tanítok. Kedvenc kísérletem: a széndioxid-gáz átöntése másik főzőpohárba, majd kimutatása. Ennek mindig nagy sikere van. S a diákok is szeretik a hidrogénnel töltött szappanbuborékos kísérleteket. Itt pl. értelmet nyer az a fogalom, hogy „a levegőnél kisebb sűrűségű gáz”.

Saját szórakoztatásra, vagy néha szakkörön szeretem a zselés közegű kísérleteket kipróbálni, továbbfejleszteni.

Ha csak egyetlen (vagy néhány) kémiaórát tarthatna, arra milyen témát választana?

Talán a kémiai reakciók típusait, sok-sok kísérlettel.

Volt-e olyan pillanat vagy esemény a pályáján, amit különösen emlékezetesnek tart?

Ó, sok ilyen volt. Az elsőt említem. Tanítványom, Tamás az OKTV döntőjébe jutott. Természetesen elkísértem. A tanárok a parkban várakoztak, izgultak, míg a diákok a gyakorlati feladatokat oldották meg.

Én zöldfülűként csak hallgattam a kollégákat arról, hogy milyen zseniális tanítványaik vannak. Aztán pár hét múlva Győrben az Irinyi-verseny döntőjén – itt lehetett először megtudni az OKTV-eredményeket – kiderült, hogy Tamás megnyerte a versenyt. Elbőgtem magam. Annyit dolgoztunk együtt, reménykedtünk, de ez minden várakozásomat felül múlta.

Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?

Siralmasnak látom. Annyira kevés időnk van olyan sok anyag megtanítására, hogy reménytelennek tartom az eredményes tanítást. Valamiről le kell mondani. A szükséges segítséget sem kapjuk meg: laboráns híján örökös lelkiismeret-furdalással dolgozom, hiszen a mosogatnivalók halmozódnak, a tanári asztalon gyűlnek az oda nem való dolgok, mert nincs idő a rendrakásra. Ugyanakkor alapszabály, hogy „a laboratóriumi munka feltétele a rend és a tisztaság”. S Damoklész kardjaként lebeg a fejünk felett az ÁNTSZ-látogatás.

Mivel foglalkozik legszívesebben, amikor éppen nem dolgozik? Mit osztana meg a munkáján kívüli életéből?

Legszívesebben túráznék, kirándulnék sokkal többet, mint amennyire időm van. A medvehagyma-túrákat ki nem hagyom a Mecsekben. Hétvégeken anyukám kertjében dolgozom, fűvet nyírok, veteményezek... s betakarítom a termést. Ez igazán kikapcsol a hétköznapiakból.

Mit tanácsolna a kezdő tanároknak, vagy azoknak, akik tanári pályára készülnek?

Kb. 10 éve még örültem annak, ha valaki – főleg, ha az én hatásomra – tanári pályát választott. S az is elhangzott párszor, hogy olyan tanár akar lenni, amilyen én vagyok. Ma már óvatosabb vagyok, nem irigylem a ma kezdőket. Tán azt tanácsolnám, hogy faggassa ki a már működő tanárokat arról, hogy milyen egy napjuk, hogy hogyan telnek a szabadságaik, s gondolja meg, hogy vállalja-e ezt. Ha igen, akkor saját lelkiismerete szerint tegyen meg mindent a tanítása során.

Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?

Engem ez az életműdíj a legjobbkor ért el. Ez az utolsó tanévem. Nem tervezem azt, hogy nyugdíjasként munkába álljak. Ha igény lesz rám, az Irinyi-verseny versenybizottságában még szívesen dolgoznék tovább.

Be- és kicsöngetés nélkül szeretnék szabadon dönteni az időmről: elsősorban anyukámat segíteni bármikor, aztán mozizni, olvasni, kirándulni, mediterrán tengerbe merülni, s befejezni a kb. 10 éve elkezdett poncsókötést. ☺

GONDOLKODÓ



Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Varga Szilárd, Zagyi Péter

A megoldásokat 2019. március 11-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

KÖKÉL Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

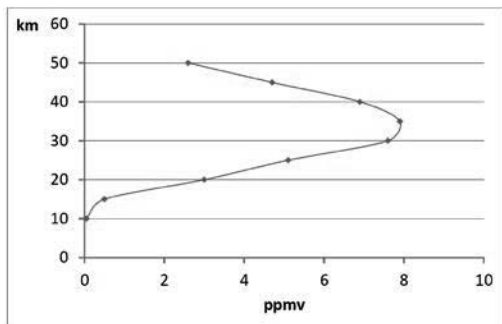
A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

K315. Vendelnek van egy visszatérő rémálma. Röpdolgozatot írnak kémiából, a rövid feladat pedig így szól: *100 g kémiai elem db protont tartalmaz. Mi ez az elem?* (A pontok helyén egy konkrét szám szerepel, de azt sosem tudja megjegyezni.) A feladat könnyű, sikerül is megoldania, pontosan kijön az eredmény. A következő órán kiosztják a dolgozatot: egyes. De hiszen kijött! Csakhogy ő az Avogadro-állandó szokásos $6 \cdot 10^{23}$ számértékével dolgozott, a tanár viszont a pontos értékkel való számolást várta volna el. És olyan pechje volt, hogy a kerekített értékkel is kapott megoldást, de nem azt, amit a tanár várt.

Lehetséges ez? Ha igen, milyen szám szerepel a pontok helyén?

(Zagyi Péter)

K316. Arra a kérdésre, hogy hol található az ózonréteg a Föld légkörében, gyakran mutatnak be az alábbihoz hasonló ábrát. Ezen azt látjuk, hogy átlagosan a levegő hányad része ózon egy bizonyos tengerszint feletti magasságon. (A ppmv milliiodod térfogatrészt jelent.) Ebből arra is következtethetnénk, hogy kb. 35 km-es magasságban figyelhető meg a legnagyobb „ózendúsulás”.



Valójában azonban az UV-elnyelés szempontjából fontosabb információ az ózonmolekulák koncentrációja egy adott térfogategységben.

Vázold fel az ózonkoncentráció-magasság görbét! Hozzávetőleg milyen magasságban a legnagyobb az ózonkoncentráció?

A számításhoz a következő átlagos hőmérséklet- és nyomásértékeket használd:

magasság/km	p/Pa	$T/^{\circ}\text{C}$
10	26200	-50
15	12040	-56
20	5475	-56
25	2511	-51
30	1172	-47
35	559	-36
40	278	-22
45	143	-8
50	76	-3

(Zagyi Péter)

K317. A szerves vegyületek csoportosításának szempontjai a kívüállók számára nem tűnnek mindig logikusnak. Vizsgáljuk meg a következő két nagy vegyületcsaládot:

(1) Egy darab oxigénatom épül be egyszeres kötésekkel egy telített szénhidrogén molekulájába.

(2) Egy darab nitrogénatom épül be egyszeres kötésekkel egy telített szénhidrogén molekulájába.

Mutasd be a két vegyületcsalád szokásos csoportosítását! Mutass rá az eltérésekre és keress magyarázatot az eltérő csoportosítási szempontokra!

(Zagyi Péter)

K318. Rembrandt festményeinek különleges hangulatát a művész egyedi festékhasználata alapozza meg. Sokáig nem tudták kideríteni, hogy milyen újításokat valósított meg e téren. A közelmúltban alapos műszeres vizsgálatnak vetettek alá több festményének felső, ún. impasztó rétegéből vett mintákat, és egy igen ritka ásványt, a plumbonakritot $[\text{Pb}_5(\text{CO}_3)_3\text{O}(\text{OH})_2]$ azonosítottak. Ebből arra következtettek, hogy Rembrandt másféle összetételű impasztót használt, mint legtöbb kortársa, talán ő maga dolgozott ki újfajta eljárást.

A korban igen elterjedt volt az ólomfehér nevű pigment. Ez lényegében cerusszit $[\text{PbCO}_3]$ és hidrocerusszit $[\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$ keveréke. Úgy állították elő, hogy ólomlemez helyeztek ecetet is tartalmazó edénybe, és a napok alatt képződő fehér bevonatot időnként lekaparták. (Az ecetsav lényegében csak katalizátorként szolgál, a levegő összetevői vesznek részt a reakcióban.)

A kutatók úgy vélik, hogy Rembrandt litargitot (PbO) tartalmazó lenolajat használhatott (sőt a keveréket huzamosabb ideig melegen is tartotta). Kísérletek igazolták is, hogy magából a litargitból plumbonakrit keletkezik a levegőn, de az ólomfehér mindkét összetevője is képes levegőn reakcióba lépni a litargittal, és e reakciókban plumbonakrit keletkezik.

a) Írd fel az ólomfehér összetevőinek előállítását leíró reakcióegyenleteket!

b) Írd fel a plumbonakrit keletkezésének reakcióegyenletét

- litargitból
- litargitból és cerusszitból
- litargitból és hidrocerusszitból!

(Zagyi Péter)

K319. Az ammóniát sokáig nem tekintették jelentős légszennyező anyagnak, az utóbbi időben azonban egyre több kutatás foglalkozik vele. Ellentétben más szennyező gázokkal, az ammóniakibocsátás fő forrása a mezőgazdaság.

a) *Konkréten milyen folyamatok révén kerülhet ammónia a légkörbe az intenzíven művelt mezőgazdasági területekről?*

Kínában, amely az egyik legnagyobb kibocsátó, kutatások bizonyították, hogy az ammónia mérsékli a csapadék savasságát (vagyis némiképp ellensúlyozza a savas esőt okozó gázok hatását), ugyanakkor épp e folyamat révén jelentősen növeli a légköri aeroszol koncentrációját. (Aeroszolnak a levegőben lebegő apró szilárdanyag-szemcséket nevezik.)

b) *Reakcióegyenletek felírásával támaszd alá ezeket a tényeket!*

A közelmúltban műholdas mérések segítségével térképezték fel az ammóniakibocsátást a Földön. A Kínai-alföld bizonyos területein évi átlagban $7 \cdot 10^{13}$ ammóniamolekula/cm²/perc emissziót mértek, miközben Kína teljes ammóniakibocsátását 12 Tg (teragramm) NH₃ / évre becsülik. *Hányszorosa az említett kínai-alföldi érték az országos átlagnak?*

(Zagyi Péter)

K320. 2019 a Periódusos Rendszer Éve. Tervezzetek társasjátékot, amelynek játéktere a periódusos rendszer! (Lehet rögzített, de változtatható elrendezésű is.) A játékmenetben ne csak a szerencse játsszon szerepet, legyen szükség kémia tudásra is. A játék részletes leírását (a játékszabályt) küldjétek be!

(Zagyi Péter)

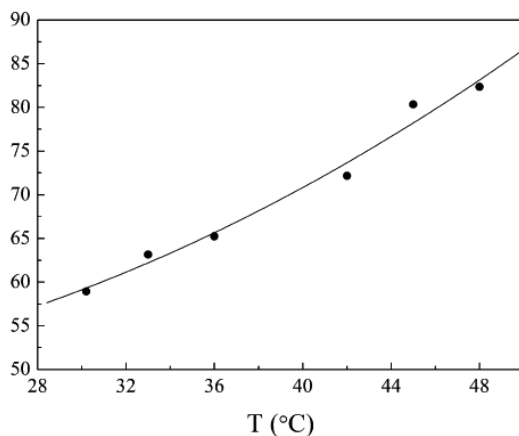
K321.* Ha telített aszkorbinsav (C-vitamin)-oldatba lassan lítium-karbonátot adagolunk a pezsgés megszűnéséig, majd az oldatot

lehűtjük, szintelen lítium-aszkorbát-dihidrát kristályok képződését tapasztaljuk.

200 g 50 °C-on telített aszkorbinsavoldatból kiindulva hány °C-on várható a kristályok megjelenése az oldatban?

Az aszkorbinsav oldhatósága vízben 50 °C-on 69,5 g / 100 g víz. A lítium-aszkorbát oldhatóságának hőmérsékletfüggését a következő grafikon mutatja. (A pontok konkrét mérési eredmények.)

A reakció során az aszkorbinsav egyértékű savként viselkedik.



A lítium-aszkorbát oldhatósága vízben (g/100 g víz egységben) a hőmérséklet függvényében

(Zagyi Péter)

K322.* A lutécium-gallium-gránát ($\text{Lu}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$) egy olyan összetett oxid, amely – noha biztosan nem tekinthető tisztán ionvegyületnek – leírható úgy, hogy a megfelelő egyszerű ionok foglalják el az egyébként bonyolult elemi cella adott pozícióit.

a) Mik ezek az ionok a vizsgált vegyület esetén?

Ha a lutéciumionok egy részét kalciumionokkal, más részét pedig Cr^{4+} ionokkal helyettesítjük, egy szép rózsaszínű anyaghoz jutunk. Egy ilyen mintában 0,3799 m/m% kalciumtartalmat mértek.

b) A lutéciumionok hány százalékát helyettesítik kalciumionok a vizsgált anyagban?

(Zagyi Péter)

Szokás szerint a jelen feladatsor a 2019. évi Nemzetközi Kémiai Diákolimpia gyakorlóiból tartalmaz példákat.

H301. A szőlőlében levő glükóz fermentációja alkohollá a bortermelés legfontosabb lépése.

a) *Írd fel az alkoholos erjedés egyenletét! Mekkora a reakcióhő? Számítsd ki a reakciópartnerek képződéshőjéből!*

A borok etanoltartalma széles határok között mozog. Egy könnyű német rizlingben lehet csak 7 vegyesszázalék, míg egy dél-francia testes vörösboré 14% felett is lehet. A következő mérést végezték el. A bort desztillált vízzel 50,0-szeres térfogatra hígították. Ezt az oldatot csepegtették 0,0050 M kálium-dikromát 100 cm³ kénsavas (0,10 M) oldatába. Az ekvivalenciapont 15 ml-nél volt.

b) *Írd fel az etanol és a dikromácion reakcióját! Mi volt ezek szerint a bor térfogatszázalékos alkoholtartalma?*

c) *Mekkora volt a kromátoldat pH-ja a csepegtetés előtt és az ekvivalenciapontban? Tekintsd a kénsavat erős, egyértékű savnak! Lehetne az ekvivalenciapontot a pH követésével figyelni?*

A feladat egy másik változata a kénsavat erős kétértékű savnak tekintette. Tudjuk, hogy a második disszociáció pK_s értéke 1,92.

d) *Mekkora eltérést okozott az, és mekkora hibát okoz a jelenlegi közelítés a valódi pH értéktől 0,10 M kénsavoldat esetében?*

A borászati gyakorlatban az alkoholtartalom pontos mérését desztilláció előzi meg, valamint a dikromátos reagenst is feleslegben használják.

e) *Milyen problémákat küszöbölnék így ki?*

(francia feladat)

H302. Egy Franciaországban is fellelhető, látványos ásvány összegképlete $A_5(PO_4)_3B$. Kristályának elemi cellája hexagonális, a térfogatát a $V = abc \sin 120$ adja meg. Az élek hossza $a = b = 0,999$ nm, $c = 0,733$ nm. Egy cellában a képlet kétszeresének megfelelő számú atom van.

Az ásvány 1,000 g tömegű mintáját tömény salétromsavban teljesen feloldották, majd KOH-dal kb. pH 5-re semlegesítették. 1,224 g kálium-

jodid volt szükséges 1,700 g élénksárga csapadék mennyiségi leválasztásához.

a) *Mi volt az ásvány képlete? Mi történt volna, ha a jodidot feleslegben használták volna?*

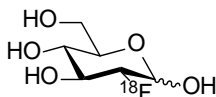
Bizonyos esetekben az ásványt a **C** kation nem elhanyagolható mértékben szennyezi. Az **A** atomtömege a **C** atomtömegének 3,98-szorosa. Egy így szennyezett ásvány 1,00 grammját salétromsavban feloldották. Az oldathoz Na_2SO_4 -ot adva fehér csapadékot szűrtek le. A szűrletet ammóniaoldattal kezelve, a levált $\text{C}(\text{OH})_3$ csapadékot kénsavban visszaoldották. Ezt a kénsavas oldatot Ag^+ katalizátor mellett $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ -tal hosszasan forralták, majd $100,00 \text{ cm}^3$ törzsoldatot készítettek belőle. Ennek $10,00 \text{ cm}^3$ -es részletéhez $10,00 \text{ cm}^3$ 1,00 M savas $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ -oldatot adtak, és az elegyet $9,44 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ KMnO_4 -oldattal titrálták. A fogyás $15,0 \text{ cm}^3$ lett.

b) *Micsoda C? Hány százaléka volt a mintának? Írd fel az analízis reakcióegyenleteit! Mi a kiindulási só képlete?*

c) *Az így kitűzött feladat ugyan megoldható, de a szerzők megfélekeztek valamiről, és a leírásnak megfelelően nem lehetne az analíziseket elvégezni. Miről feledkeztek meg?*

(francia feladat)

H303. A pozitronemissziós tomográfia (PET) olyan orvosi képalkotó módszer, amelyben a szervezetbe radioaktív, pozitronokat kibocsátó izotópokat visznek be, és ezek eloszlását követik. Az egyik leggyakoribb ilyen izotóp a ^{18}F (felezési ideje 109,74 perc). A legnépszerűbb jelölt molekula a 2-deoxi-2- ^{18}F -fluoro-glükóz (^{18}F -FDG).



^{18}F -FDG

a) *Írd fel a fluorizotóp radioaktív bomlásának egyenletét! Rajzold fel a bomlástermékként keletkező hexóz szerkezetét!*

Az izotóp radioaktivitását számszerűleg az aktivitással szokták jellemezni, amelynek mértékegysége a becquerel, Bq, a másod-

percenkénti bomlások száma. Ez nyilván arányos az izotópmagok számával: $A = \lambda N$, ahol λ az ún. bomlásállandó. A radioaktív magok száma exponenciális függvény szerint csökken:

$$N(t) = N(0) e^{-\lambda t}$$

A PET mérés előtt beadott fluorizotópot tartalmazó injekció aktivitása 370 MBq. A képképző vizsgálatig egy órát várnak.

b) Mekkora lesz az FDG-ből származó radioaktivitás a vizsgálatkor, illetve a beadás után 4 órával?

A jelölt cukorszármazékot aránylag összetett szintézisben, $K^{18}F$ -et használva állítják elő. Az eljárás hozama nem több, mint 75% és legalább 30 percig eltart. A reakciósorban a fluorid beépítésekor [2.2.2]kriptand segédanyagot is használnak (ld. 2019/1. szám, 3. oldal, 1. ábra).

c) Hány gramm $K^{18}F$ -ből szükséges kiindulniuk legalább? Mi lehet a kriptand funkciója a kérdéses reakciólépésben?

(francia feladat)

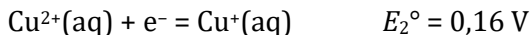
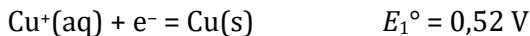
H304. A 0,0100 M réz-nitrát-oldat pH-ja 4,65.

a) Add meg a hidratált réz(II)-ion savas disszociációjának egyenletét! Számítsd ki a folyamat savi disszociációállandóját!

A réz(II)-hidroxid oldhatósági szorzata $1 \cdot 10^{-20}$.

b) Milyen pH-n kezdene leválni a réz-hidroxid a fenti oldatban? A hidratált rézionok hány százaléka deprotonálódott ekkor?

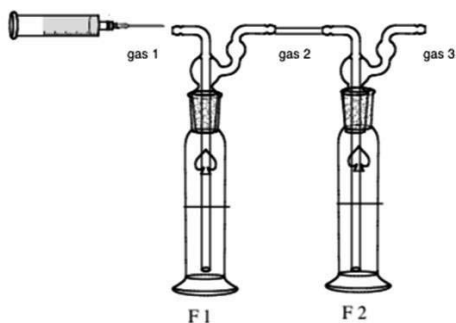
A réz(I)-ion vizes oldatban diszproporcionálódik. A folyamat jellemzésére felhasználhatóak a Cu^+ -ion redoxifolyamatainak standard potenciáljai.



c) Írd fel a diszproporció egyenletét! Az egyes folyamatokra felírható Nernst-egyenletek segítségével számítsd ki a diszproporció egyensúlyi állandóját! Mi lesz a különféle rézspeciesszek egyensúlyi koncentrációja egy olyan oldatban, amiben 0,0100 M réz(I)-sót oldottak fel?

(francia feladat)

H305. A vegyipar által használt hidrogéngáz nagy részét földgázból állítják elő. Ez esetben a gázt minél tökéletesebben kénteleníteni kell, hogy a katalizátorokat a kén ne szennyezze el. A földgáz esetében a gáz savas alkotóelemeit (hidrogén-szulfid és szén-dioxid) egyébként is el kell távolítani, hogy a csővezetékek ne korrodálódjanak. Ezt a leggyakrabban amintartalmú oldatokban történő elnyeletéssel érik el. Bizonyos aminok oldatai minden savas gázt megkötnék, mások szelektívek a H_2S és CO_2 megkötődésének eltérő reakciósebességei miatt. Az alábbi kísérlet ezt modellezi, a szénhidrogének helyett nitrogéngázt használva. Az alábbi berendezésben végezték a kísérleteket, egyszer monoetanolamin (MEA), máskor pedig metil-dietanolamin (MDEA) nagy feleslegét használva.



Az F1 edény kezdetben 100 ml 0,5 M aminoldatot, az F2 100 ml 0,5 M NaOH-oldatot tartalmazott. Egy gázkeverék adott térfogatú mintáját (benne n_1 mmol CO_2 , n_2 mmol H_2S és n_3 mmol CH_3SH) nitrogéngáz áramával áthajtanak a rendszeren. A kilépő gázban már nincs savas komponens, az aminok és a NaOH egyaránt nagy feleslegben vannak.

Ezek után a két edény tartalmát 1,0 M sósavoldattal titrálják. A titrálás során az oldatok pH-ját és vezetőképességét is rögzítik.

Az anyagok savi disszociációállandói:

Aminok: MEA^+/MEA ; $\text{MDEA}^+/\text{MDEA}$

$\text{p}K_s = 9,5$

$\text{CO}_2(\text{aq})$

$\text{p}K_{s1} = 6,4$; $\text{p}K_{s2} = 10,3$

H_2S

$\text{p}K_{s1} = 7,0$; $\text{p}K_{s2} = 13,0$

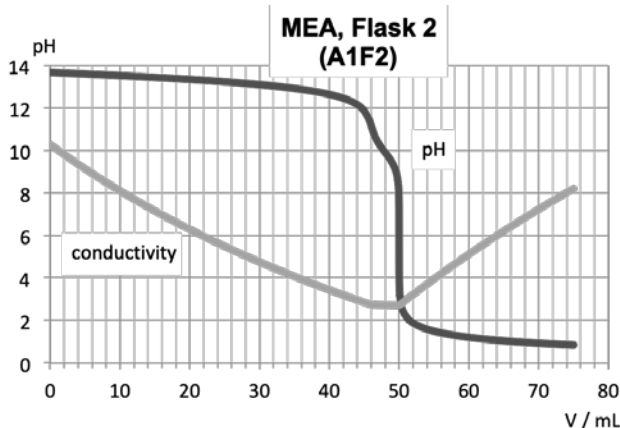
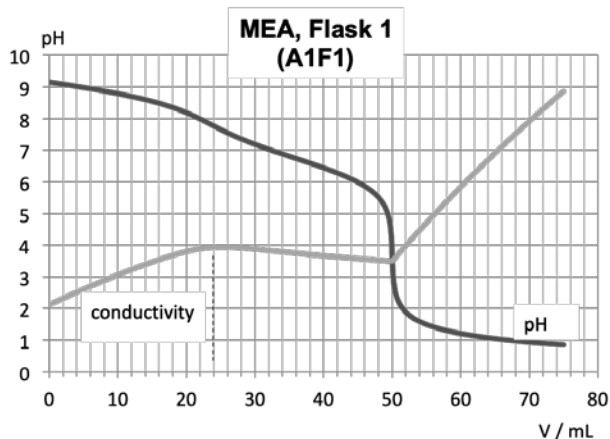
CH_3SH

$\text{p}K_s = 10,3$

- a) Mely reakciók esetében várható, hogy teljes mértékben végbemennek az egyes gázkomponensek i) amin- és ii) NaOH-oldatba vezetésekor?

Ezek után a két edény tartalmát 1,0 M sósavoldattal titrálják. A titrálás során az oldatok pH-ját és vezetőképességét is rögzítik.

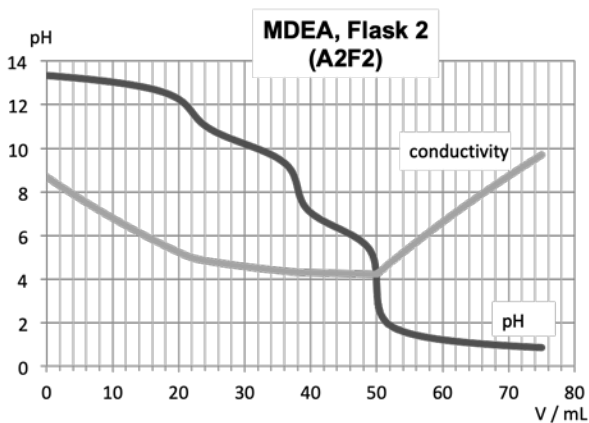
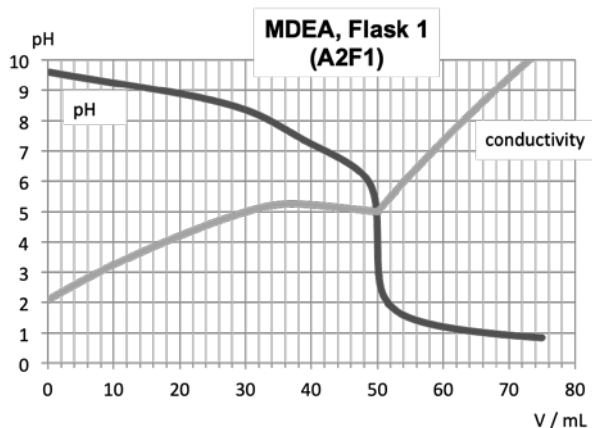
A MEA esetében nincsenek szokatlan reakciósebességek. A következő görbéket rögzítették a két oldat titrálásakor:



- b) Hány mmol volt jelen az egyes specieszekből az F1 edényben a titrálás előtt? Az n_1 , n_2 és n_3 mennyiségek függvényében adj meg erre egy kifejezést! Melyik vegyület(ek) volt(ak) jelen az F1 edényből

távozó gázban? A görbék alapján milyen mennyiségekre lehet következtetni?

A MDEA csak az egyik savas speciesszel reagál, a másikkal a reakció elhanyagolhatóan lassú. A kísérletet MDEA-val végezve a következő görbéket rögzítették a két oldat titrálásakor:



c) *Hány mmol gáz kötődött meg az MDEA oldatban? A görbék alapján melyik komponens volt ez? Számítsd ki a használt gázkeverék összetételét!*

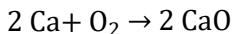
(francia feladat)

Megoldások

K299. a) Az ampulla 0,5 mol, 20 g kalciumot tartalmaz, ami 12,90 cm³ térfogatú.

$$\frac{20 \text{ g}}{1,55 \text{ g/cm}^3} = 12,90 \text{ cm}^3$$

A fennmaradó térfogatból 1,49 cm³ oxigén. Az általános gázegyenletbe behelyettesítve megkapjuk, hogy 0,0619 mmol oxigén van az ampullában. Mivel a tömegváltozásra vagyunk kíváncsiak, és a teljes oxigén tömege hozzáadódik a fém tömegéhez, ezért az oxigén tömegét kell meghatározni.



$$0,0619 \text{ mmol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,98 \text{ mg}$$

b) Igen. ☺

c) Az ampullában lévő gázzal tudjuk, hogy 20 mg tömegű és 0,295 mmol (általános gázegyenletből kiszámítható).

$$\frac{20 \text{ mg}}{0,295 \text{ mmol}} = 67,79 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Ez egyik nemesgáznak sem felel meg. Ez az átlagos érték az Ar és Kr közé esik. Két (vagy több) nemesgáz keverékével viszont természetesen megoldható a probléma.

(Berta Máté)

K300. a) A Föld kora 10⁹ nagyságrendbe esik, 11 nagyságrenddel rövidebb idő, mint a felezési idő, tehát az atomok nagyon kis része bomlott el.

b) Kettős béta bomlás; $^{48}\text{Ti} + 2 \text{ e}^- + 2 \text{ neutrínó}$.

c) $\frac{0,5 \text{ mol} \cdot 0,187}{100} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 5,6 \cdot 10^{20}$ db atom van Vendel ajándékában.

d) A kettős béta bomlás tanulmányozása, szupernehéz atommagok előállítás.

(Berta Máté)

K301. Az átlagos moláris tömeg kiszámításához vegyünk 100 g átlagos összetételű Föld-anyagot. Mivel a tömegszázalékos összetételt ismerjük, ebből kell kiszámolnunk, hogy ez hány mól atom. ebből kapható meg, hogy az átlagos atomtömeg 26,48 g/mol, amihez a legközelebb az alumínium atomtömege esik.

$$\frac{100 \text{ g}}{\frac{\sum \frac{M_i}{m_i} \%}{m}} = 26,48 \text{ g/mol}$$

Nagyon sok tökéletes megoldás érkezett a feladatra!

(Berta Máté)

K302. a) Az első kódolást alaposan szemügyre véve észrevehetjük, hogy egyessel kezdődő négyjegyű számokból, vélhetően évszámokból áll. Feltételezve, hogy ezek kémiai elemek felfedezésének éve, a következő mondat körvonalazódik:

TeNYErNiVerSeNY, azaz Te nyerni verseny!

A második kódolás az elemek rendszámát használja, ezt könnyen ellenőrizhetjük.

b) A megadott mondatot csak akkor lehet az első módszerrel kódolni, ha felbontható olyan elemek vegyjelére, amelyeknek ismert a felfedezési éve. Egyetlen elemen, az ezüstön múlik, hogy ez nem sikerülhet.

A második kódolás természetesen mindenképp működik:

Igen? Nagyon fogok teperni! Este indul a buli!

53327? 7473987 9118819 521568753! 9952 5360925 7 5923!

53327? 7473987 9118819 52156828! 9952 5360925 7 5923!

Két megoldás van, hiszen a teperni szó utolsó két betűje N és I vagy Ni vegyjelként is kódolható.

Akik megpróbálkoztak a riasztó számsorok dekódolásával, mind sikerrel jártak.

(Hupovcsik Vendel)

K303. A szokatlan feladat, kémia tárgyú hexameterek beküldése jól csoportosítható válaszokat eredményezett.

A kötött téma ellenére is előtört több műben a lírai én, fókuszba emelve az alkotás nehézségeit: „*Kémia tárgyú hexametert kell írnom a héten*” szól Prikler Borbála hosszabb versének önreflektív nyitó sora.

Mindazonáltal a beérkezett pályaművek nagy része a lucretiusi, horatiusi tanköltemények hagyományában találja meg a kötött forma és tartalom legjobb egységét. A könyvnyomtatás korát megelőző időszak eszköze volt az így vonzó formába öntött ismeretterjesztés: „*Savban vörhenyes és lúgban megkékül a lakmusz*” (Horváth Emese Dorka), „*Szódabikarbónát is használhatsz a sütéshez*” (Bagó Anna). A kémiai mondandó vershez igazított elferdítése nagyon ritka volt, jóval ritkább a helyesírás, magánhangzók verslábhoz alakításánál.

A legjobb rövid művekben már felbukkant Weöres Sándor rövid verseit megidéző módon a transzcendencia, a költői képek metafizikus tartalma: „*Schrödinger macskája egy óra után vajon él-e?*” (Horváth Emese Dorka), „*Van amikor az összegképlet nem elegendő.*” (Agents of Albi).

Minden, az időmértékes formával megpróbálkozó megoldást örömmel és teljes pontszámmal elfogadtunk. Horváth Emese Dorka különösen sok jól formált, kerek és tartalmas hexametert küldött.

(Magyarfalvi Gábor)

K304.* a) 1 g arany ára jelenlegi árfolyamon kb. 40 dollár (<https://goldprice.org>), tehát a kalifornium-252 ára kb. 675000-szerese az aranyénak. Itt minden reális arany árfolyamot elfogadtunk.

b) A 2,3 millió neutron $2,3 \cdot 10^6 / 3,7 = 621622$ spontán maghasadásból keletkezik, ami az összes bomlási esemény 3%-a. Az alfa-bomlások száma $621622 / 3 \cdot 97 = 20099099$. Tehát 1 mikrogramm ^{252}Cf -ban kb. 20 millió alfa-bomlás történik 1 másodperc alatt.

c) 1 mikrogramm ^{252}Cf -ban 1 másodperc alatt az alfa-bomlással és a spontán maghasadással összesen 20720721 db atom bomlik el. Ez alapján $20720721 \cdot 60 \cdot 10^6 = 1,2432432 \cdot 10^{15}$ db atom bomlik el 1 perc alatt 1 gramm anyagban. Ez $2,07207207 \cdot 10^{-9}$ mol ^{252}Cf , melynek tömege $2,07207207 \cdot 10^{-9}$ mol $\cdot 252$ g/mol = $5,22162 \cdot 10^{-7}$ g. Az elbomlott anyag ára $2,7 \cdot 10^7$ dollár/g $\cdot 5,22162 \cdot 10^{-7}$ g = 14,1 dollár, ennyivel csökken a ^{252}Cf értéke 1 perc alatt.

(Simkó Irén)

K305.* a) Egy műtrágya NPK-értéke független annak mennyiségétől, így lehetőségünk van mindhárom alkotójából 100 g anyaggal, azaz összesen 300 g műtrágyával számolni. Az ammónium-nitrát moláris tömege 80 g/mol, a kálium-dihidrogén-foszfáté 136 g/mol, míg az ammónium-hidrogén-foszfáté 132 g/mol, így 100 g rendre 1,25 mol, 0,735 mol, illetve 0,758 mol anyagnak felel meg.

A műtrágya nitrogéntartalma az ammónium-nitrátból, és az ammónium-hidrogén-foszfátból származik, mindkét anyag mólonként 2 mol nitrogénatomot tartalmaz, így összesen $2 \cdot (1,25 \text{ mol} + 0,758 \text{ mol}) = 4,02 \text{ mol}$ nitrogénatom van a 300 g műtrágyában. Ez a nitrogén atomtömege alapján 56,3 g-nak felel meg, így *N* értéke ekkor $\frac{56,3 \text{ g}}{300 \text{ g}} \cdot 100 = 18,8$, egész értékre kerekítve 19.

A műtrágya foszfortartalma a kálium-dihidrogén-foszfátból, és az ammónium-hidrogén-foszfátból származik, mindkét anyag mólonként 1 mol foszforatomot tartalmaz, így összesen $0,735 \text{ mol} + 0,758 \text{ mol} = 1,50 \text{ mol}$ foszforatom van a 300 g műtrágyában. Ez a foszfor atomtömege alapján 46,5 g-nak felel meg, azonban a moláris tömegek alapján 142 g foszfor-pentoxidban 62 g foszfor van, így *P* értéke ekkor $\frac{46,5 \text{ g}}{300 \text{ g}} \cdot \frac{142}{62} \cdot 100 = 35,5$, egész értékre kerekítve 36 (más moláris tömegekkel és kerekítésekkel 35).

A műtrágya káliumtartalma kizárólag a kálium-dihidrogén-foszfátból származik, mely mólonként 1 mol káliumatomot tartalmaz, így összesen 0,735 mol káliumatom van a 300 g műtrágyában. Ez a kálium atomtömege alapján 28,7 g-nak felel meg, azonban a moláris tömegek alapján 94 g kálium-oxidban 78 g kálium van, így *K* értéke ekkor $\frac{28,7 \text{ g}}{300 \text{ g}} \cdot \frac{94}{78} \cdot 100 = 11,5$, egész értékre kerekítve 12 (más moláris tömegekkel és kerekítésekkel 11).

Így a vizsgált műtrágya NPK-értéke 19-36-12.

b) A vizsgált egykomponensű műtrágya moláris tömege x függvényében g/mol egységben számolva a következő:

$$39x + 18(1 - x) + 97 = 115 + 21x.$$

Eközben a moláris nitrogéntartalom g/mol egységben $14(1 - x)$, a foszfortartalom pedig 31, míg a káliumtartalom $39x$. Ezek alapján az *N*,

illetve P érték, a megadott feltételeket is kihasználva, az előző feladatrészhez hasonló elvek alapján:

$$10 \leq N = \frac{14(1-x)}{115+21x} \cdot 100$$

$$58 \geq P = \frac{31}{115+21x} \cdot \frac{142}{62} \cdot 100$$

Ezen feltételekből néhány ekvivalens algebrai átalakítás után azt kapjuk, hogy $0,155 \geq x$ (az 1. feltételből), illetve $0,353 \leq x$ (a 2. feltételből), melyek egyidejűleg nem teljesülhetnek, így nincs az ilyen összetételnek megfelelő x , azaz nem létezik a feltételeknek megfelelő műtrágya.

c) Az előző feladatrészhez hasonló módon most is felírhatók a megfelelő egyenlőtlenségek a feladatban leírt feltételekből:

$$5 < N = \frac{14(1-x)}{115+21x} \cdot 100$$

$$20 < K = \frac{39x}{115+21x} \cdot \frac{94}{78} 100$$

Ezen feltételekből néhány ekvivalens algebrai átalakítás után azt kapjuk, hogy $0,548 \geq x$ (az 1. feltételből), illetve $0,537 \leq x$ (a 2. feltételből), amik teljesülhetnek egyszerre úgy, hogy még az is teljesül, hogy x eleme a $[0; 1]$ intervallumnak (ez kell ahhoz, hogy sem x , sem $1-x$ ne legyen negatív, aminek nem lenne kémiai értelme). A megfelelő intervallum a $(0,537; 0,548)$ intervallum, tehát minden olyan x esetén, mely ennek eleme, előállítható a műtrágya a feladat által kért feltételekkel.

d) A fejlődő gáz az ammónia, melyet jellegzetes, szúrós szagáról könnyen felismerhetünk. A magyarázat a foszforsav és az ammónia sav-bázis tulajdonságaiban rejlik. A foszforsav pK_s ($-\lg K_s$) értékei rendre 2,12, 7,21, valamint 12,67, míg az ammónia pK_b ($-\lg K_b$) értéke 4,75. Ez alapján az ammóniumionnak mint savnak a pK_s értéke $14 - 4,75 = 9,25$, ami alapján a savi disszociációs állandója 3-4 nagyságrenddel nagyobb a foszforsav harmadik savi disszociációs állandójánál, azaz az ammóniumion erősebb sav, mint a hidrogén-foszfát-ion. Így az ammóniumion protonálni képes a foszfátionokat, miközben belőle ammónia marad vissza, ami gázként távozhat. Ezzel szemben a dihidrogén-foszfát protonálására az ammóniumion már

nem képes, mivel a foszforsav erősebb sav az ammóniumionnál (ezt láthatjuk, ha összevetjük a foszforsav első pK_s értékét az ammóniumionéval), így ekkor nem megy végbe a bomlás, nem fejlődik tehát ammónia.

A megoldás során a feladat a) része bizonyult a legkönnyebbnek, a b) és c) rész valamivel nehezebb, de egymással azonos nehézségű volt. A d) részben a fejlődő gáz anyagi minőségét mindenki eltalálta, aki megoldotta ezt a részt, a sók stabilitásának különbségének magyarázata ugyanakkor sokaknak nehézséget okozott. A legjobb pontszám 9,5 (ennyi pontot kapott az Agents of Albi csapat, Ármós Csaba, és Ficsór István Dávid), a kapott pontok átlaga 5,19 volt. Két csapat megoldása a b), c) és d) feladatrészekben szó szerint megegyezett, ezek nem versenyszerűnek minősültek.

(Csorba Benjámin)

K306.* a) A héliumatomok a kocka 8 csúcsán, valamint a 6 lapközepponton helyezkednek el. A csúcsokon lévő atomok 8, a lapközepponton lévő atomok 2 elemi cellához tartoznak, így az egy elemi cellára jutó héliumatomok száma $8 \cdot (1/8) + 6 \cdot (1/2) = 4$. X ionok találhatóak a kocka 12 élének felezőpontján, melyek mindegyike 4 elemi cellához tartozik, valamint egy a kocka középpontjában, így egy cellára összesen $12 \cdot (1/4) + 1 = 4$ X ion jut. Továbbá az elemi cella belsejében helyezkedik el 8 Y ion, melyek teljes mértékben az adott cellához tartoznak. A mólarány 4:4:8, így a vegyület tapasztalati képlete HeXY_2 .

b) A keresett vegyület egy héliumatomot tartalmaz, ami a tömegének 6,03 %-át adja. Ezekből az adatokból kiszámítható a vegyület moláris tömege:

$$M = \frac{4,00 \text{ g/mol}}{0,0603} = 66,3 \text{ g/mol}$$

Ebből 4,00 g/mol származik a héliumtól, tehát a héliummal reagáló XY_2 összetételű ionvegyület moláris tömege 62,3 g/mol. Ez a MgF_2 moláris tömegének felel meg, tehát X a magnéziumion, Y a fluoridion.

A feladat nem bizonyult nehéznek, a legtöbb versenyző sikeresen kitalálta a vegyületet alkotó ionokat. Többen azonban nem indokolták

meg válaszukat, emiatt vesztek pontokat. Az átlagpontszám 6,9 pont lett. Hibátlan megoldást küldött be az Agents of Albi, Ficsór István Dávid, Horváth Emese Dorka, Pári Marcell és Soós Anita Zolna.

(Balbisi Mirjam)

H291. a) Annak a valószínűsége, hogy egy C_{60} molekulát csak ^{12}C izotóp épít fel: $0,989^{60} = 0,515$. Azaz a mintában lévő legalább 1 nanomól C_{60} molekula az összes molekulának az 51,5%-a, ez alapján a keresett mintában lévő C_{60} molekulák anyagmennyisége legalább $1/0,515$, azaz 1,941 nanomól. Ekkora anyagmennyiségű C_{60} tömege a szén átlagos relatív atomtömegével ($0,989 \cdot 12,0 + 0,011 \cdot 13,0 = 12,01$) számolva $1,941 \cdot 10^{-9} \cdot 60 \cdot 12,01 \text{ g} = 1,399 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 1,40 \text{ }\mu\text{g}$, tehát ekkora a minta minimális tömege.

b) Annak a valószínűsége, hogy egy C_{60} molekulát pontosan 1 db ^{13}C és 59 db ^{12}C izotóp épít fel: $60 \cdot 0,011 \cdot 0,989^{59} = 0,344$. Ha a mintában 1 nanomól ilyen molekula van, akkor az összes C_{60} anyagmennyisége $1/0,344$, azaz 2,910 nanomól. Ekkora anyagmennyiségű C_{60} tömege $2,910 \cdot 10^{-9} \cdot 60 \cdot 12,01 \text{ g} = 2,097 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 2,10 \text{ }\mu\text{g}$, tehát ebben az esetben a mintának ekkora a minimális tömege.

c) Jelölje n annak a molekulának a szénatomszámát, amelynek halmazában a molekuláknak pontosan a fele áll csak ^{12}C izotópból. Ekkor n értékét a $0,989^n = 0,500$ egyenlet megoldásából kaphatjuk meg, $n = 62,7$. Tehát ha egy, csak szénatomokból álló molekula legalább 63 szénatomot tartalmaz, akkor halmazában a molekuláknak kevesebb, mint a fele áll csak ^{12}C izotópból. Azaz 63 szénatom esetén a molekulák legalább fele már tartalmaz 13-as tömegszámú szénizotópot.

A feladatra 5 tanuló (Fajszai Bulcsú, Kovács Márton, Kozák András, Szikszai Csaba, Szirtes Gábor) küldött be hibátlan megoldást, a pontszámok átlaga 4,6 pont. Több megoldó nem vette figyelembe a szénizotópok relatív gyakoriságát, azaz egy természetes C_{60} minta nem állhat csak ^{12}C izotópokból, így például az a) feladatrészben a minimális tömeg nem $1,00 \cdot 10^{-9} \cdot 60 \cdot 12,01 \text{ g} = 7,21 \cdot 10^{-7} \text{ g} = 0,721 \text{ }\mu\text{g}$.

(Vörös Tamás)

H292. A feladat megoldásához először a kaloriméter hőkapacitását érdemes kiszámolni. Ez lényegében az egységnyi hőmérséklet-

változáshoz szükséges hő. A 4,53 g tömegű grafitedény tiszta szénből van, a szén-dioxid képződéshőjét (vagyis a grafit égéshőjét) pedig megadta a feladat. Így az adatok figyelembe vételével a C hőkapacitás:

$$C = \frac{4,53 \text{ g} \cdot 393,5 \text{ kJ/mol}}{12,0 \text{ g/mol} \cdot 2,734 \text{ K}} = 54,3 \text{ kJ/K}$$

Így a többi anyag moláris illetve fajlagos égéshője kiszámolható a következő képletekkel:

$$Q(\text{fajlagos}) = \frac{C \cdot \Delta T}{m} \quad Q(\text{moláris}) = \frac{C \cdot \Delta T \cdot M}{m}$$

Ezekben a képletekben ΔT a hőmérséklet-változás, m az elégetett anyag tömege, M pedig az elégetett anyag moláris tömege. A grafitedény és metán együttesénél a grafitedény tömege ugyannyi, mint az üres grafitedény esetében, így a metán égése által okozott hőmérséklet-változást egyszerűen különbségként számolhatjuk ki.

anyag	képlet	M (g/mol)	m (g)	ΔT (K)
metán	CH_4	16,0	1,03	1,054
cetán	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	226	2,90	2,524
etanol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	46,0	3,44	1,880
cellulóz	$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$	162*	3,13	1,007
a cisz-oktadec-9-énsav metilésztere	$\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$	296	2,76	2,039

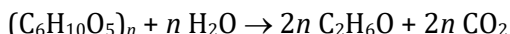
anyag	$Q(\text{fajlagos})$ (kJ/g)	$Q(\text{moláris})$ (kJ/mol)
metán	55,6	889
cetán	47,3	$1,07 \cdot 10^4$
etanol	29,7	$1,37 \cdot 10^3$
cellulóz	17,5	$2,83 \cdot 10^3^*$
a cisz-oktadec-9-énsav metilésztere	40,1	$1,19 \cdot 10^4$

A cellulóz polimer óriásmolekula, ahol nem ismerjük a tényleges molekulatömeget. Ezért a táblázatban a *-gal jelölt értékek egy monomeregységre ($C_6H_{10}O_5$) vonatkoznak és nem egy molekulára.

A továbbblépéshez az egyes energiahordozók égésének egyenletét kell figyelembe venni. Ha egy mól energiahordozóból x mól CO_2 (amelynek moláris tömege $M = 44,0$ g/mol) keletkezik égés közben, akkor a széndioxid-intenzitás:

$$I(CO_2) = \frac{x \cdot M(CO_2)}{Q(\text{moláris})}$$

Az x értéke egy eset kivételével az adott molekulában lévő szénatomok száma. A bioetanol azonban cellulózból készül fermentációval, amelynek az egyenlete a következő:



Tehát egy molekula bioetanol révén három molekula szén-dioxid jut a levegőbe: egy a fermentáció során, kettő pedig az égéskor.

anyag	x	I_{CO_2} (g/MJ)
metán	1	49,5
cetán	16	65,8
etanol	3	96,4
cellulóz	6	93,3
a cisz-oktadec-9-énsav metilésztere	19	70,3

Megjegyzések:

1. A feladat nem adta meg, hogy a moláris vagy a fajlagos égéshőt kell-e kiszámolni. Ha egy megoldó a kettő közül az egyiket számolta csak ki, már akkor is maximális pontot kapott arra a részre. A cellulóznál mindenki úgy járt el, mint a fenti megoldás, vagyis az egy monomeregységre vonatkozó égéshőt adta meg.

2. A beküldők nagyjából egyharmada $x = 2$ -vel számolt a bioetanol esetében, vagyis figyelmen kívül hagyta a fermentáció során keletkező szén-dioxidot. Emiatt 1 pont levonás járt.

3. *Érdemes megfigyelni, hogy a bioetanol és a cellulóz szén-dioxid-intenzitása majdnem megegyezik. Ez nem véletlen: végső soron mindkettő cellulózt használ alapanyagként. A fermentáció lényegében feláldozza a kiindulási anyag energiatartalmának egy igen csekély részét azért, hogy könnyebben kezelhető folyadékformába hozza az energiahordozót.*

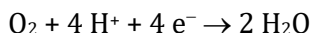
(Lente Gábor)

H293. A feladatnál alapvető szükség van az elektromos munka számolására, amely elég egyszerű: az átáramlott töltésmennyiséget meg kell szorozni a feszültséggel. A feszültséget (U) a feladat megadta, az átáramlott töltésmennyiséget pedig az elektródreakció felírása után az elektronszám-változás (z) ismeretében lehet megadni. Így az áramtermelésre vonatkozó szén-dioxid-intenzitást ($I_{\text{CO}_2,e}$) a következő képlettel lehet számolni:

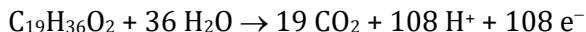
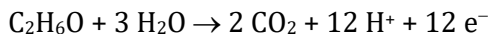
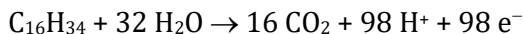
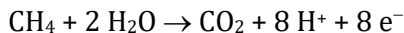
$$I(\text{CO}_2, e) = \frac{x \cdot M(\text{CO}_2)}{z \cdot F \cdot U}$$

A képletben F a Faraday-állandó (vagyis egy mól elektron töltése), x az egy energiahordozó-molekula felhasználásakor keletkező szén-dioxid-molekulák száma (a bioetanol esetében a H292. feladat megoldásánál már ismertetett okból $x = 3$).

A tüzelőanyag-cellákban lezajló bruttó redoxireakció mindig azonos az égéssel. A katódon így mindig az oxigén redukálódik:



Az anódon a szerves anyag oxidációja folyik. A metán, cetán, etanol és a cisz-oktadec-9-énsav-metilészter esetében a reakciók a következők:



A végeredmény kiszámításhoz még az $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ mértékegység-átváltás kell figyelembe venni.

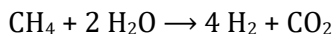
anyag	U (V)	x	z	$I_{\text{CO}_2,e}$ (g/kWh)
metán	0,954	1	8	215
cetán	0,986	16	98	272
etanol	1,030	3	12	398
a cisz-oktadec-9-énsav metilésztere	0,999	19	108	289

A feladat szerint kőszént és a fát csak hőerőgépben lehet felhasználni, amely az égéskor keletkező hő 25%-át alakítja elektromos energiává. Mivel a moláris égéshőket a feladat megadta, ezért a számolást egyszerű képlettel el lehet végezni:

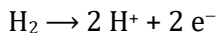
$$I(\text{CO}_2, e) = \frac{x \cdot M(\text{CO}_2)}{0,25 \cdot Q(\text{moláris})}$$

anyag	Q (moláris) (kJ/mol)	x	$I_{\text{CO}_2,e}$ (g/kWh)
szén	393,5	1	$1,61 \cdot 10^3$
cellulóz	2834	6	$1,34 \cdot 10^3$

A hidrogén esetében az égéskor nem keletkezik szén-dioxid, csak az előállításkor. Megfelelő körülmények között a metán teljes széntartalma CO_2 -dá alakul:



Az tüzelőanyag-cellában az anódreakció:



Így a leírásban lévő első képlet erre az esetre is használható

$$x = 0,25, z = 2 \text{ és } U = 1,106 \text{ V}$$

értékek behelyettesítésével. Ezeket felhasználva a hidrogénre

$$I_{\text{CO}_2,e} = 186 \text{ g/kWh.}$$

Megjegyzések:

1. A feladat megfogalmazása egy helyen következetlen volt, mert a cellulóz moláris égéshőjét adta meg, noha a cellulóz polimer óriásmolekula, amelynek nem ismerjük a tényleges moláris tömegét. Szerencsére ez egyetlen megoldónak sem jelentett problémát: mindenki az egy mól monomeregységre vonatkozó égéshőként értette a mennyiséget.

2. Többen próbálkoztak azzal, hogy a H292. feladatból kiszámolt, hőtermelésre vonatkozó szén-dioxid-intenzitást számolják át elektromos energiára. Ez két okból is elvi hibás. Egyrészt a nagyon pontosan használt termodinamikai fogalmak szerint az energiahordozókból nyerhető hő az entalpia (H), az elektromos munkát viszont a szabadentalpia (G) határozza meg, a kettő egymásba számolásához pedig egyik feladat sem adott semmilyen támpontot. Másrészt a feladatban megadott cellafeszültségek valósak, vagyis már azt is figyelembe vették, hogy a szabadentalpiát a készülékekben csak (egyébként szerencsésen csekély, alig néhány százaléknyi) veszteséggel lehet elektromos energiává alakítani.

3. Egy megoldó feltételezte a számolásaiban, hogy szobahőmérsékleten mennek a folyamatok. Erre viszont, mint a kidolgozott levezetés mutatja, nincsen szükség a megoldáshoz. Egyébként egy tüzelőanyag-cella optimális működési hőmérséklete általában nagyobb, mint 25 °C.

4. Olyan megoldások is kaphattak maximális pontot, amelyek a metánalapú hidrogén-előállítását a $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{H}_2 + \text{CO}$ reakcióval vették figyelembe, és azt feltételezték, hogy a szén-monoxid végül teljes egészében szén-dioxiddá alakul. Ők lényegében $x = 1/3$ -ot használtak $x = 1/4$ helyett.

(Lente Gábor)

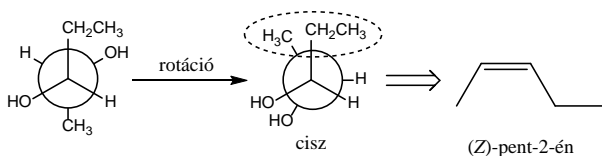
H294. a) Mivel az OsO_4 molekulájában 8 Os–O kötő elektronpár található (4 kettős kötés formájában), míg ez a szám a gyűrűs szerkezetben 6-ra csökken, így – az oxigénatom elektronegatívabb jellege miatt – az előbbi vegyületben +8, utóbbiban pedig +6 az ozmium oxidációs száma.

Az ozmium-tetroxid az oxidálószer szerepét tölti be ebben a reakcióban, ugyanis azáltal csökken +8-ról +6-ra az Os oxidációs száma, hogy az OsO_4 oxidálja az alként, miközben maga redukálódik.

Érdemes azonban megjegyezni, hogy az Os-vegyületet efféle cisz-dihidroxilálási reakciókban nagyfokú toxicitása és magas ára miatt a preparatív laboratóriumi gyakorlatban általában nem sztöchiometrikus, hanem katalitikus mennyiségben szokás alkalmazni. Ekkor viszont szükség van egy olyan segédanyagra, amely a katalizátor regenerálásáért felelős, azaz a keletkező Os(VI)-speciest visszaalakítja a reakció szempontjából aktív Os(VIII)-speciesszé – ez lehet például *N*-metil-morfolin-*N*-oxid, röviden: NMO (Upjohn-féle dihidroxilálás) vagy $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. További érdekességként említhető meg, hogy a folyamatnak ismert enantioszelektív változata is, amely a 2001-ben Nobel-díjjal kitüntetett kidolgozójáról Sharpless-féle aszimmetrikus dihidroxilálás néven vonult be a szerves kémia történetébe.

b) Az alábbiakban bemutatunk egy olyan eljárást, amelynek segítségével egyszerűen meghatározható annak az alkénnek a szerkezete, amelyből keletkeztek a feladatban megadott i)–iv) vicinális diolok. Ennek során valamennyi esetben Newman-projekcióban ábrázoljuk az adott molekulát, majd megfelelő C–C kötés menti rotációt követően egyértelművé válik a metil-, illetve az etilcsoportok egymáshoz viszonyított térállásából, hogy a (*Z*)- vagy az (*E*)-pent-2-én volt-e a kiindulási alkén.

Például a ii) sztereoizomer esetén ez a következőképpen alakul:

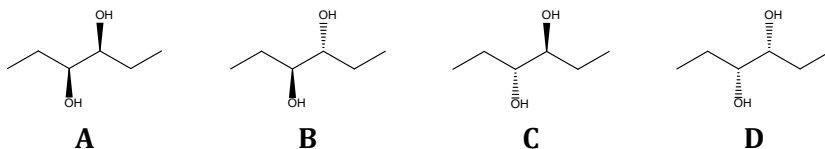


Ezzel analóg módon megadható a további 3 esetben is, hogy a pent-2-én melyik geometriai izomeréből képződött az adott pentán-2,3-diol izomer, aminek eredményét (i'–iv' alkének) az alábbi táblázatban foglaltuk össze.

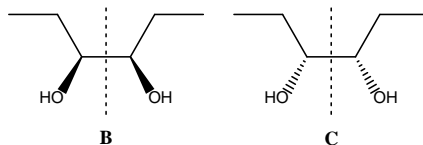


Megjegyzendő, hogy lerövidíthető a fenti folyamat, amennyiben észrevesszük, hogy az i) és iv), valamint a ii) és iii) diolok enantiomer viszonyban állnak egymással. Ilyenkor elegendő csupán egy diol esetében megkeresni a hozzá tartozó alként, hiszen értelemszerűen annak enantiomerje is ugyanabból az alkénből keletkezett (az enantiomerpár egyik sztereoisomerének keletkezésekor az OsO_4 a kettős kötés síkját felülről, míg a másik sztereoisomerének képződésekor alulról közelíti meg). A további két sztereoisomer esetében pedig az alkén másik geometriai izomerét vittük az OsO_4 -os reakcióba.

c) Az ebben a feladatrészben megadott hexán-3,4-diol 2 kiralitás-centrummal rendelkezik, ennél fogva első közelítésben a következő $2^2 = 4$ sztereoisomer (**A–D**) létezését várjuk.

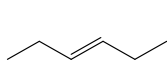
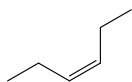
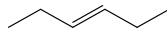


A lehetséges szerkezeteket felrajzolva azonban szembetűnik, hogy a **B** és a **C** izomer egyaránt rendelkezik egy molekulán belüli tükörsíkkal (ennek a könnyebb felismerhetősége érdekében ld. alább a **B** és a **C** molekula egy-egy másik reprezentációját), emiatt annak ellenére, hogy tükörképi viszonyban állnak egymással, mégis fedésbe hozhatók egymással, vagyis akirálisak. Ebből következik, hogy **B** és **C** ugyanazt a szerkezetet reprezentálja, ún. mezo-forma, tehát az előzetesen várt 4 sztereoisomer helyett csak 3 különböző tartozik ehhez a konstitúcióhoz.

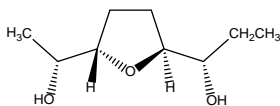
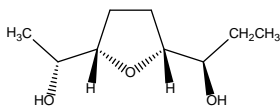
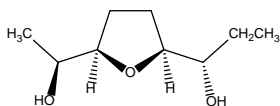
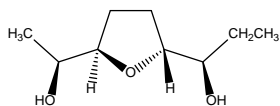


A kiindulási hex-3-én szerkezetének megadásához ismételten alkalmazhatjuk például a b) feladatrészben ismertetett, Newman-projekciót magában foglaló eljárást. Az előzőhöz hasonlóan itt is elegendő csupán az egyik diol esetén meghatározni a hozzá tartozó alként, mivel annak ismeretében a többi is közvetlenül

megállapítható (indokokat ld. a b) feladatrészen). Az ennek eredményeként kapott **A'–D'** alkéneket a következő táblázatban tüntettük fel.

**A'****B'≡C'****D'**

d) Mivel a (2*Z*,6*E*)-nona-2,6-dién OsO₄-os reakciójában keletkező 4 kiralitáscentrumot tartalmazó, így $2^4 = 16$ sztereoizomerrel rendelkező termék lehetséges sztereoizomerei közül kizárólag azok képződnek, amelyekben a megfelelő C–O kötések a kettős kötés azonos térfelén alakulnak ki, ezért mindkét kettős kötés esetén egymástól függetlenül elképzelhető, hogy az OsO₄ felülről, illetve alulról támad. Emiatt $2^2 = 4$ sztereoizomer (szemléletesebben a támadási oldalakra vonatkozóan az alábbi párosítások képzelhetők el: alulról – alulról, alulról – felülről, felülről – alulról, felülről – felülről) keletkezése várható a maximálisan elképzelhető 16-ból. Ennek a 4 szerkezetnek a meghatározásához újfent felhasználhatjuk például a b) feladatrészen bemutatott eljárást, még hozzá különösen ügyelve arra, hogy a termék feladatban feltüntetett megjelenítésében mindkét reakciócentrum esetén cisz orientáltságúak az alkilláncok, miközben az alkadién egyik kettős kötése cisz, míg a másik transz állású. Az ekkor kapott szerkezeteket (**I–IV**) a következő táblázat tartalmazza.

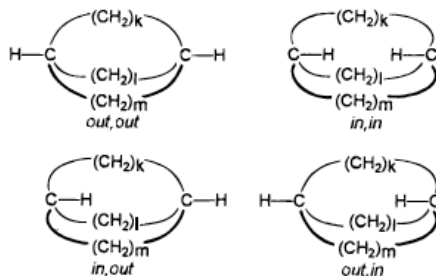
**I****II****III****IV**

A feladat a d) részétől eltekintve alapvetően nem bizonyult nehéznek, főként csak apróbb figyelmetlenségi hibák csúsztak be. Azonban a beküldők többsége az utolsó részfeladatban nem volt tekintettel arra,

hogy az egyik kettős kötés *cisz*, míg a másik *transz* állású, illetve figyelmen kívül hagyta azt a tényt, hogy a termék példában szereplő reprezentációjában az előzővel ellentétben mindkét esetben *cisz* térállás mutatkozik az alkilcsoportokra vonatkozóan. Két hibátlan, teljes értékű megoldás született, amelyet Mészárik Márk és Simon Vivien Klaudia küldött be. Átlagpontszám: 7,03 pont.

(Baglyas Márton)

H295. Az áthidalt gyűrűs vegyületek általános esetben királisak lehetnek. Ha 2 kiralitáscentrumuk ekkor csak a két hídfőatom, összesen 4 sztereoizomerük létezhetne. Azonban esetükben megjelenik egy speciális, úgynevezett *in-out* (kint-bent) izoméria. Lényege, hogy a hídfőatomon található csoport (most H atom) kétféleképpen, a gyűrűk által alkotott „kalitkán” belül, illetve kívül helyezhető el, az ábrán látható módon.



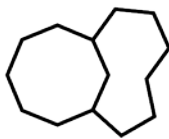
Mind a négy sztereoizomerhez tartozik kettő izomer, vagy *in,in* és *out,out*; vagy *in,out* és *out,in*; összesen tehát nyolc. Ezek minden sztereoizomernél az előállítás után általában elkülöníthetők, ugyanis egymásba alakításuk (homeomorfikus izomerizáció) csak az egyik láncnak a másik kettő alkotta gyűrűn való „áthúzásával” lehetséges, és csak nagyobb gyűrűknél kivitelezhető.

A feladatban szereplő molekulákban található belső tükörsík miatt a lehetséges izomerszám feleződik, 3 sztereoizomer várható, egy enantiomerpár és egy *mezo* szerkezet, a klasszikus értelmezésben. Az enantiomerpár 2 izomert képvisel 4 helyett (*in,out* és *out,in*), azokat homeomorfikusan izomerizálva önmagukat kapjuk vissza. Az *in,in* és *out,out* szerkezetből is csak egy-egy van, amelyek a *mezo* sztereoizomerhez tartoznak.

Ezen egyszerű leírásmód megkönnyíti a kérdés megoldását. Sejthető, hogy az *in,in* szerkezet kisebb gyűrűk esetén nem kedvező és esetleg fel sem veszi a molekula. Ez lehet a magyarázat arra, hogy a feladatban szereplő biciklo[7.3.1]tridekán esetén csak az enantiomerpárt és feltehetőleg az *out,out* izomert találták. Ezzel szemben a másik anyag, a biciklo[6.5.1]tetradekán előállításakor már az *in,in* izomert is megkapták. A két anyag izomerek nélküli vonalképlete:



D



E

Az első ábra forrása (és további információk az érdeklődőknek):

R. W. Alder, S. P. East, *Chem. Rev.*, **96**, p. 2097-2111 (1996)

Gyakori volt egyes fogalmak helytelen használata (diasztereomer, molekuláris csomó, atrópiizoméria stb.), ezeknek jobb utánanézni és belegondolni, biztosan alkalmazható-e az adott problémára. Nyolcan küldtek be ugyanakkor közel maximális pontszámú megoldást, nekik gratulálunk!

(Szobota András)

KERESD A KÉMIÁT!



Szerkesztő: Keglevich Kristóf

Kedves Diákok!

Itt a „Keresd!” rovat harmadik feladatsora. Irodalmi, művészeti alkotások kémiai vonatkozásait kell feltárnotok. A kérdésekre adandó válaszok egyszerűek, még akkor is, ha szerves kémiai tárgyúak; a kilencedikesek se ijedjenek meg ezektől! Az interneten kis nyomozás után mindegyik megfejtés megtalálható. Ügyeljete, hogy pontosan válaszoljatok, a kérdésre adjatok választ! A megoldásokat **2019. március 11-ig** lehet feltölteni a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül, vagy postára adás után regisztrálni ugyanezen a honlapon. Postai címünk: KÖKÉL Keresd a kémiát, ELTE Kémiai Intézet, 1518. Budapest, Pf. 32.

A három új feladat kitűzését követően közzétesszük a 2018/4. szám feladatainak megoldását olyan formában, hogy annak számára is tanulságos olvasmány legyen, aki nem küldte be a feladatsort.

Jó versenyzést kívánok mindenkinek!

5. idézet (10 pont)

*Látod, ilyen vagyok édes,
konzerven és levesporon élek,
s úgy kerülök a tálra át,
hogy összetart
a nátriumbenzonát.
Nem hullik részeire a testem,
mikor föld fölé hív
újra az isten.*

*Mikor felszínre kerül minden:
csontszülők, csontgyerekek,
csontcsalád.
Kereslek, de hiába kereslek,
nem tudom melyik csont,
akit valaha szerettem.
Talán előttem vagy,
lehet, mögöttem,
téged nem tartott
egészben a halál.*

Nincs mit tennem.
Ugye, te is keresel engem.
Megismersz ha rámtalálsz:
nahát édesem – így szólsz –
Én megmondtam:
helytelenül étkezel.

De közben örülsz,
hogy szép vagyok,
hogy mégis bevált
a levespor, a konzerv
és nemutolsósorban:
a nátriumbenzonát.

(Háy János: Nátriumbenzonát)

Kérdések:

- A vers címe nem egészen pontosan adja meg a költőt megihlető vegyület nevét. Mi a pontos név (**A**) és mi a szerkezeti képlet? Mire használják ezt az anyagot?
- A magyar hagyományban a vers címében szereplő vegyülethez hasonlót (**B**) használtak ugyanilyen célra: ebben a molekulában egy hidroxilcsoporttal több van. Mi ennek a vegyületnek a neve és szerkezeti képlete? Vajon miért nem használták soha az élelmiszeriparban?
- A **B** vegyületet gyógyászati célokra is használták az ókor óta. Vajon mi lehetett a fő hatása? Honnan kapta a nevét?
- Ugyanerre a célra a modern orvostudományban is elterjedten alkalmazzák a **B** egy egyszerű származékát (**C**), amelyet a Bayer cég vezetett be a 19. század legvégén. Mi a **C** vegyület kémiai neve és szerkezete, s milyen néven kapható a gyógyszertárakban?

(Lente Gábor)

6. idézet (10 pont)

„Nem, nem bírom tovább! – nyögdécselte [Korovjov]. – Megyek, beveszek háromszáz csepp éteres valeriánát...”

„A Behemót eközben felfalta a harmadik mandarint, aztán bedugta mancsát egy csokoládétáblákból feltornyozott ravasz építménybe, kihúzta az egyik legalsó táblát, amitől persze az egész összedőlt, és bekapta a csokoládét, sztaniolburkolatával együtt.”

(Mihail Bulgakov: A Mester és Margarita – Szóllósy Klára fordítása)

Kérdések:

- Mi az a valeriána? Milyen esetekben szokás szedni (legalább két példa)? Nevezd meg legalább három hatóanyagát!
- Add meg az éter tudományos nevét és képletét! Mire használható fel? Hozz legalább két példát!
- Mi az a sztaniol?
- Ma mit használnak a Bulgakov regényében szereplő célra a sztaniol helyett?
- A sztaniol kétszeresen is kötődik (kötődött) a karácsonyfákhoz. Hogyan?

(Takács Boglárka)



7. műelemzés (10 pont)

Kérdések:

- Mi a bécsi Természettudományi Múzeumban őrzött híres őskori szobor, a Willendorfi Vénusz anyaga? (Ügyelj, 2007-ben helyesbítették a korábbi vélekedést!) Miből készült a Milói Vénusz, egy másik híres szobor? Pontosan fogalmazd meg, mi a hasonlóság és különbség e két anyag között!
- Ha csak a szobor anyagának épségét nézzük, az alább felsoroltak közül mely folyadékok lennének alkalmasak a Willendorfi Vénusz megtisztítására? Indokolj! *Víz, szappanos víz, anionos tenzidet tartalmazó mosószer, aceton, ételecet, sebbenzin, vízkőoldó*
- Meg lehet-e határozni a Willendorfi Vénusz-szobor korát a radiokarbon eljárással közvetlenül? Miért? Honnét tudjuk mégis, hogy kb. 29–30 ezer éves?
- Milyen színűre volt festve a szobor? Melyik az a vegyület, amelyiknek ez a szín köszönhető?

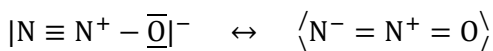


(Keglevich Kristóf)

A 2018/4. szám feladatainak megoldásai

1. idézet: a kéjgáz (N_2O)

A dinitrogén-oxid, azaz a kéjgáz, nevetőgáz vagy nitró molekulájának szerkezeti képlete nem írható fel egyértelműen, a benzolhoz vagy a buta-1,3-diénhez hasonlóan két, a valóságot közelítő határszerkezetben létezik. A valóságban ezek a határszerkezetek nem léteznek, a molekula reális szerkezete a két határszerkezet közötti állapot:



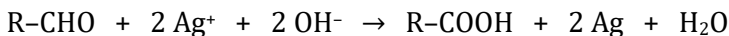
A molekula lineáris, a jobb oldali határszerkezet izoelektronos a szén-dioxiddal. A szerkezeti képletek esetén fontos a nemkötő elektronpárok és a töltések feltüntetése is! Figyelemre méltó, hogy mindkét határszerkezetben az egyik kötés datív.

Bár a dinitrogén-oxidot Joseph Priestley – ugyanő fedezte föl az oxigént is – már az 1770-es évek végén előállította, érzéstelenítő hatását csak 1844-ben ismerte föl Horace Wells (1815–1848) amerikai fogorvos. Euforizáló jellegét már Priestley is észrevette (saját magán), így lett a nevetőgáz vásári komédiás kellékké. Wells egy bazári mutatvány után (a közönséget bódították kéjgázzal) meglepődve vette észre, hogy az egyik gázt szívott, majd egy padban elbukó, csúnya sérülést szerzett férfiún a fájdalom legapróbb jelei sem mutatkoztak. Saját praxisában Wells a kéjgázt foghúzás során mint érzéstelenítőszer használta. Ma-napság tejszínhabos flakonban használják hajtógázként. Ugyanerre a célra a szén-dioxid nem lenne alkalmas, ugyanis savas kémhatást okozna, a tejszín mint fehérje emiatt kicsapódnék. A gyári habpatront nem érdemes közvetlenül letüdőzni, mert veszélyes: a nagy nyomáson, folyékony állapotban tárolt N_2O gázként nagy sebességgel, kontrollálatlanul áramlik ki, megrepesztheti a tüdőt, bevérzést okozhat; miközben elforr, lehűl, ami lefagyaszthatja a légző szervrendszert; illetve ha a tüdőbe nem kerül oxigén is, fulladást is okozhat.

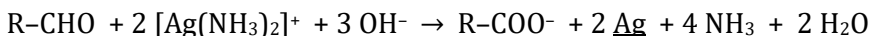
A dinitrogén-oxidot (nitrót) – pl. gyorsítási versenyek alkalmával – motorok tuningolására is használják: a belső égésű motorok üzemanyagához keverve nagyban növeli a motorok teljesítményét, hiszen oxigénre bomolva segíti az üzemanyag égését.

2. idézet: a foncsor és az acetaldehid

A foncsor szó amalgámot (azaz higanyötvözetet), illetve üvegre felvitt ezüst- vagy valamilyen más fémbevonatot, ezüsttüköröt jelent. Foncsor keletkezik például az ezüsttükörpróba során, amelynek egyenletét így szoktuk felírni:

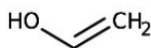
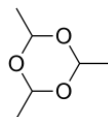


Ez a felírásmód azonban nem mindenben korrekt. Redoxiszempontból helyes, azaz egy mól aldehyd valóban két mól ezüstiont redukál. Ugyanakkor lúgos kémhatású közegben az ezüstionok a hidroxidionokkal csapadékot képeznének, ha a feleslegben adagolt ammónia nem komplexálná őket. Szintén a lúgos kémhatás miatt a karbonsavmolekula valójában nem protonált, hanem deprotonált formában képződik. Emiatt az egyenlet bal oldalán eggyel több hidroxidiont kell föltüntetni. Így az egyenlet helyesebb formája:

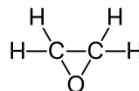


Az aldehideket kimutató ezüsttükör- és Fehling-próba a 19. század második felében a cukorhaj kórismézésében játszott szerepet, ugyanis segítségükkel a vizelet glükóztartalma mérésel, pontosan volt megállapítható. Korábban az orvosnak meg kellett kóstolnia a feltételezett beteg vizeletét. Ha édes ízt érzett, az rossz jel volt.

Az acetaldehyd néhány csepp tömény kénsav hatására trimerizálódik, paraldehyd keletkezik belőle. A paraldehyd görcsoldó, nyugtató hatású. (Pl. ismétlődő epilepsziás roham esetén adták.) Maga az acetaldehyd mérgező, a másnapposságot okozza, a szervezetben az etil-alkohol lebontásának köztitermékeként keletkezik. Molekulájának két konstitúciós izomere létezik: az eténol vagy vinil-alkohol és az etilén-oxid. A vinil-alkohol nem izolálható, instabil lévén azonnal acetaldehyddé izomerizál (enol-oxo tauomerizáció). A légnemű etilén-oxid egy gyűrűs éter, molekulája termodinamikailag stabil, bár igen reakcióképes és tűzveszélyes. Az etilén-glikol etilénből kiinduló ipari előállításának köztterméke.



vinil-alkohol



etilén-oxid

A beküldött megoldások közül kiemelkedett Csécsi Marcellé – tőle kölcsönöztem az ábrákat – és Polyák Petrát. Örültem a szép számú hódmezővásárhelyi és soproni versenyzőnek. A következő eredmények születtek:

Név	Évf.	Iskola	1.	2.	Σ
Balázs Barbara	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	6	7	13
Csécsi Marcell	11.	Földes Ferenc Gimn., Miskolc	11	12	23
Erős-Petrás Dorina	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	11	5	16
Fehér Flóra	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	11	6	17
Gabnai Márta	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	9	8	17
Gulyás Ferenc	9.	Tinódi Sebestyén Gimn., Sárovar	11	10	21
Harsányi Gréta	11.	Janus Pannonius Gimn., Pécs	7	9	16
Horváth Bálint Gergely	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	5	5	10
Ivascu Sámuel	9.	DE Kossuth Lajos Gyak. Gimn.	12	4	16
Jakab Anna	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	6	7	13
Kovács Borbála Irma	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	8	9	17
Kőhegyi Nándor	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	7	5	12
Lajtai Livia	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	5	8	13
Magyar Veronika	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	9	7	16
Nagy Ábris	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	12	6	18
Pap Richárd	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	5	10	15
Papp Viktória	10.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	10	10	20
Polyák Petra	10.	Kőrösi Csoma Sándor Gimn., Budapest	9	15	24
Prikler Borbála	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	6	7	13
Reichart Virág	9.	Szt. Orsolya Római Kat. Gimn., Sopron	8	11	19
Sas Petra	10.	Németh László Gimn., Budapest	6	9	15
Téren Balázs Péter	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	12	–	12
Tóth Gabriella	9.	Bethlen Gábor Ref. Gimn., Hódmezővásárhely	5	12	17
Varga Zsófi	9.	Vasvári Pál Gimn., Székesfehérvár	10	6	16

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

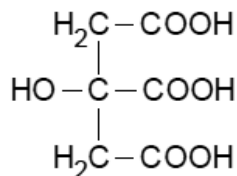
Szerkesztő: Horváth Judit

A beérkezett fordítások értékelését a következő számban közöljük.

Chemie auf Deutsch (fordításra kijelölt német nyelvű szakszöveg)

Isolierung von Citronensäure aus Zitronen

Die Citronensäure (**2-Hydroxypropan-1,2,3-tricarbonsäure**, Bild rechts) ist eine Festkörpersäure und ist im Pflanzenreich weit verbreitet. Neben den namensgebenden Zitronen kommt sie in Äpfeln, Johannisbeeren, Nadelhölzern oder auch in Wein vor.



Ihr Anion, das Citrat, ist ein wichtiges Zwischenprodukt des **Citratzyklus**, in dem Kohlenhydrate, Fette und Aminosäuren zur **Energiegewinnung** unter anderem zu Acetyl-CoA abgebaut werden. Im Citronensäure-Zyklus werden vom Erwachsenen **täglich ca. 2000 g Citronensäure** als energiereiches Zwischenprodukt gebildet und wieder **abgebaut**. Ein relativ hoher C.-Gehalt findet sich im **Knochensystem**.

Hergestellt wird Citronensäure aus Zitronensaft durch **Ausfällen mit Kalkmilch** als Calcium-citrat, das durch Schwefelsäure in Calciumsulfat und freie Citronensäure zerlegt wird. Technisch wird Citronensäure jedoch zu 90% **durch Fermentation von Zucker-Lsg.** aus kohlenhydrathaltigen Abfällen wie Melasse, Sulfitablaugen usw. gewonnen. Weltweit werden ca. 400 000 t Citronensäure jährlich erzeugt.

Citronensäure wird in der Industrie vielfach verwendet:

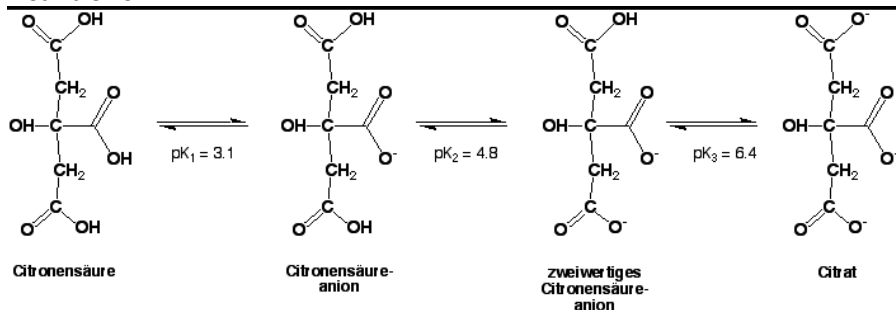
Als Zusatzstoff zu Backpulvern, Brauselimonaden, zur Geschmacksverbesserung und zur **Ansäuerung bzw. Pufferung** von Süßigkeiten, Gelees, Getränken, Essenzen, in der Haut- und Haarkosmetik, zum **Entrosten** u. zur Reinigung von Metallflächen, zur Komplexierung von Eisen in Lsg., zum **Entkalken**, als Hilfsmittel in der Galvano- und Textiltechnik, zur Herstellung von Citrat-Weichmachern, als Entfernungsmittel für Tintenflecke und dgl., zum Entfärben von Olivenöl, gegen Verätzungen durch Ätzkalk, zur **Verhinderung der Blutgerinnung** bei der Herstellung von Blutkonserven. **Ca. 60-70% der Jahresproduktion** von Citronensäure verbraucht die **Lebensmittelindustrie** (als Zusatzstoff **E330**), der Rest findet Verwendung für **pharmazeutische und kosmetische Zwecke** sowie technische Anwendungen und in **Reinigungsmitteln**. Citronensäure wird als Ansäuerungsmittel für Getränke und Backwaren immer mehr von Äpfel- und Fumarsäure verdrängt.

Citronensäure wurde 1784 erstmals von C. W. **Scheele** (1742-1786) aus Zitronensaft isoliert, **Liebig** bestimmte die Struktur 1838.

Versuchsdurchführung:

Es werden zwei reife **Zitronen ausgepreßt**. Der Saft (etwa 120 mL) wird **durch ein Drahtsieb (Teesieb) grob filtriert** und in einem Becherglas mit soviel **conz. Ammoniaklsg. versetzt**, bis er deutlich alkalisch geworden ist. (pH Kontrolle, etwa 30-40 mL Ammoniaklsg.)

Stellt man den pH-Wert **alkalisch** ein, so kommt es zu folgenden Reaktionen:





Zu dieser Lösung werden nun 50 mL einer 3 molaren CaCl_2 Lösung gegeben und leicht umgerührt. (Beobachtung) Die Lösung wird auf einer **Heizplatte** unter dem **Abzug** (Ammoniakdämpfe) auf 80°C erhitzt. (Beobachtung) Der entstandene **Niederschlag**, das Calciumcitrat wird **mit Wasserstrahlvakuum abgenutscht** (abfiltriert) und zweimal mit je 20 mL kochendem Wasser nachgewaschen.

Beobachtung: Der Niederschlag ist zuerst gelb (Bild links), dann beim nächsten Filtrieren weiß (Bild rechts):

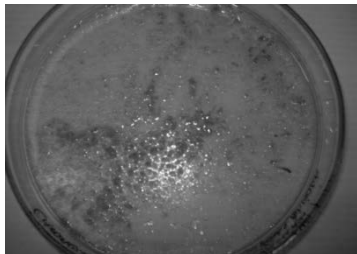


Das Salz wird in 50 mL Wasser aufgeschlämmt. Unter Rühren wird nun solange **1 M Schwefelsäure** hinzugegeben, bis die Lösung einen **pH-Wert von 2–3** besitzt. (pH Kontrolle!) Dieser Schritt erfordert sehr viel Geschick und Sorgfalt. Insbesondere ist darauf zu achten, dass **kein Überschuss an Schwefelsäure** zurückbleibt, da diese sonst beim Eintrocknen der Lösung konzentriert würde, woraufhin die Citronensäure durch **Wasserabspaltung** zu Aconitsäure umgesetzt würde.

Der entstandene **Niederschlag** wird wiederum **abfiltriert und verworfen**. Das **klare Filtrat wird eingedampft** in eine **Petrischale gegossen** und einige Tage stehengelassen.

Beobachtung:

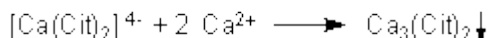
Das **Auskristallisieren** hat leider nicht besonders gut funktioniert, wahrscheinlich entweder durch **Verunreinigungen** durch die Siedesteine oder durch einen Überschuss an Schwefelsäure, die die Citronensäure dann zu Aconitsäure **dehydratisiert**:

**Erläuterung:**

Der Zitronensaft wird filtriert, alkalisch eingestellt und mit Calciumchlorid versetzt. Dabei entsteht in der Kälte ein wasserlöslicher Komplex:

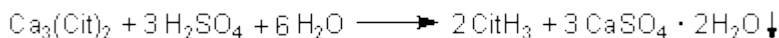


Beim Erhitzen mit überschüssigen Calcium-Ionen bildet sich Tricalciumcitrat, welches in Wasser schwer löslich ist und ausfällt:



Dieser weiße Feststoff wird heiß abfiltriert, da er sich in der Kälte auch wieder lösen kann.

Das Calciumcitrat wird abgetrennt, gewaschen und mit verdünnter Schwefelsäure zu Citronensäure und Gips umgesetzt:



Das Calciumsulfat fällt aus, während die in Wasser sehr gut lösliche Citronensäure in Lösung bleibt. Nachdem der aus Gips bestehende Bodensatz abgetrennt wurde, lässt man nun die Citronensäure auskristallisieren.

Forrás:

http://www.nat-working.uni-jena.de/pdf/Citro_Apfelsaeure.pdf

<https://www.yumpu.com/de/document/read/6213702/isolierung-von-citronensaure-aus-zitronen>

http://www.chemieunterricht.de/dc2/citrone/c_t8.htm

https://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0055Nachweis_von_Carbonsaeuren.pdf

https://www.conatex.com/media/experiments/VADE/VADE_Chemie_Carbonsauren.pdf

Beküldési (postára adási) határidő: 2019. április 08.

A megoldásokat a **<http://kokel.mke.org.hu>** honlapon át vagy postán küldhetitek be. A levélben küldött megoldásokat is feltétlenül kérjük a honlapon regisztrálni, mielőtt az alábbi címre feladjátok:

KÖKÉL német fordítási verseny
ELTE TTK Kémiai Intézet
Budapest 112
Pf. 32
1518

Kézzel írt vagy szövegszerkesztővel készített fordítás egyaránt beküldhető. A kézzel írók (is) mindenképpen hagyjanak a **lap mindkét szélén legalább 1-1 cm margót** (a pontoknak). Minden beküldött lap tetején szerepeljen a **beküldő neve, osztálya**, valamint **iskolájának neve**. Postai beküldés esetén a lapokat kérem **összetűzni!** Mindenki ügyeljen az olvasható írásra és a pontos címezésre!

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Előszóban:

96485 C/mol? A családnevet jól ismerjük. Kevesek tudják azonban, hogy a Bunsen-égő néven ismert hőforrás "ósváltozatát" is Michael Faraday dolgozta ki. Érdeklődése széleskörű volt, természet-filozófusnak vallotta magát, és olyan hétköznapi jelenségeket is kitartóan és széleskörűen tanulmányozott, mint a gyertya égése.

A természettudomány lelkes népszerűsítője volt: 1848-ban karácsony táján hatrészes előadássorozatot tartott "The Chemical History of a Candle" címmel. A téli időszak aktualitását kihasználva, kezdjük az új évet egy részlettel a 170 éves érdekességekkel! Jó munkát kívánok!

A lefordított anyagokat 2019. március 11-ig küldjétek be a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül!

„But how does the flame get hold of the fuel? There is a beautiful point about that—*capillary attraction*. "Capillary attraction!" you say—"the attraction of hairs." Well, never mind the name; it was given in old times, before we had a good understanding of what the real power was.

It is by what is called capillary attraction that the fuel is conveyed to the part where combustion goes on, and is deposited there, not in a careless way, but very beautifully in the very midst of the centre of action, which takes place around it. Now I am going to give you one or two instances of capillary attraction. It is that kind of action or attraction which makes two things that do not dissolve in each other still hold together. When you wash your hands, you wet them thoroughly; you take a little soap to make the adhesion better, and you find your hands remain wet. This is by that kind of attraction of which I am about to speak. And, what is more, if your hands are not soiled (as they almost always are by the usages of life), if you put your finger into a little warm water, the water will creep a little way up the finger, though you may not stop to examine it.

I have here a substance which is rather porous—a column of salt—and I will pour into the plate at the bottom, not water, as it appears, but a saturated of salt which can not absorb more, so that the action which you see will not be due to its dissolving any thing. We may consider the plate to be the candle, and the salt the wick, and this solution the melted tallow. (I have colored the fluid, that you may see the action better.) You observe that, now I pour in the fluid, it rises and gradually creeps up the salt higher and higher (FIG. 55); and provided the column does not tumble over, it will go to the top. If this blue solution were combustible, and we were to place a wick at the top of the salt, it would burn as it entered into the wick.



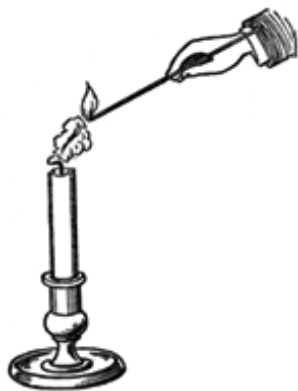
It is a most curious thing to see this kind of action taking place, and to observe how singular some of the circumstances are about it. When you wash your hands, you take a towel to wipe off the water; and it is by that kind of wetting, or that kind of attraction which makes the towel become wet with water, that the wick is made wet with the tallow. I have known some careless boys and girls (indeed, I have known it happen to careful people as well) who, having washed their hands and wiped them with a towel, have thrown the towel over the side of the basin, and before long it has drawn all the water out of the basin and conveyed it to the floor, because it happened to be thrown over the side in such a way as to serve the purpose of a siphon.

That you may the better see the way in which the substances act one upon another, I have here a vessel made of wire gauze filled with water, and you may compare it in its action to the cotton in one respect, or to a piece of calico in the other. In fact, wicks are sometimes made of a kind of wire gauze. You will observe that this vessel is a porous thing; for if I pour a little water on to the top, it will run out at the bottom. You would be puzzled for a good while if I asked you what the state of this vessel is, what is inside it, and why it is there? The vessel is full of water, and yet you see the water goes in and runs out as if it were empty. In order to prove this to you, I have only to empty it.

The reason is this: the wire, being once wetted, remains wet; the meshes are so small that the fluid is attracted so strongly from the one side to the other, as to remain in the vessel, although it is porous. In like manner, the particles of melted tallow ascend the cotton and get to the top: other particles then follow by their mutual attraction for each other, and as they reach the flame they are gradually burned.

Here is another application of the same principle. You see this bit of cane. I have seen boys about the streets, who are very anxious to appear like men, take a piece of cane, and light it, and smoke it, as an imitation of a cigar. They are enabled to do so by the permeability of the cane in one direction, and by its capillarity. If I place this piece of cane on a plate containing some camphene (which is very much like paraffine in its general character), exactly in the same manner as the blue fluid rose through the salt will this fluid rise through the piece of cane. There being no pores at the side, the fluid can not go in that direction, but must pass through its length. Already the fluid is at the top of the cane; now I can light it and make it serve as a candle. The fluid has risen by the capillary attraction of the piece of cane, just as it does through the cotton in the candle.

Now the only reason why the candle does not burn all down the side of the wick is that the melted tallow extinguishes the flame. You know that a candle, if turned upside down, so as to allow the fuel to run upon the wick, will be put out. The reason is, that the flame has not had time to make the fuel hot enough to burn, as it does above, where it is carried in small quantities into the wick and has all the effect of the heat exercised upon it.



There is another condition which you must learn as regards the candle, without which you would not be able fully to understand the philosophy of it, and that is the vaporous condition of the fuel. In order that you may understand that, let me show you a very pretty but very commonplace experiment. If you blow a candle out cleverly, you will see the vapor rise from it. You have, I know, often smelt the vapor of a

blown-out candle, and a very bad smell it is; but if you blow it out cleverly you will be able to see pretty well the vapor into which this solid matter is transformed. I will blow out one of these candles in such a way as not to disturb the air around it by the continuing action of my breath; and now, if I hold a lighted taper two or three inches from the wick, you will observe a train of fire going through the air till it reaches the candle (FIG. 56). I am obliged to be quick and ready, because if I allow the vapor time to cool, it becomes condensed into a liquid or solid, or the stream of combustible matter gets disturbed."

Részlet Michael Faraday: The Chemical History of a Candle előadássorozatából, melynek szövege digitálisan elérhető a Scientific Papers. The Harvard Classics. 1909–14. című könyvben a <https://www.bartleby.com/30/7.html> webcímen (2019.01.03.)

Mitől jó egy szakmai szöveg fordítása?

A szakmai szövegben a tartalom az elsődleges, ezért érdemes lehet elvonatkoztatni az eredeti nyelvű szöveg mondatszerkesztésétől. Az angol tudományos nyelv sokszorosan összetett mondatai magyarul gyakran zavaróan hosszúak és szétágaznak. Merjünk tehát elvonatkoztatni és az angolban oly gyakran használt szenvedő szerkezetet és a beágyazott információközlést (embedded sentences) lehetőleg kerüljük! Ezáltal a mondataink természetes hangzást kapnak, és tényleg magyarul lesznek.

A fordító nyelvtani szabadsága mellett egyformán fontos a pontosság és a szakszerűség. A pontossághoz igyekezzünk odafigyelni a részletekre: „almost”, „nearly”, „hence” és még sok olyan rövid szó, amelynek kihagyásával eltorzítjuk az információt vagy veszítünk az logikai összefüggésekből. A szakszerűség legfőbb mércéje a szakszavak fordítása, amelyeket olykor tévesen magyarítanak, ahelyett, hogy a létező magyar megfelelőt használnák. Erre tökéletes példák a következők: „atomic number”, vagyis rendszám igazi kémiai „terminus technicus”, de a „theory”, vagyis elmélet sem ugyanazt jelenti, mint a teória. Érdemes szótározni: sokszor ismerünk ugyan egy szót, de az

általunk használt magyar megfelelő nem illik a mondatba („report”, vagyis jegyzőkönyv, beszámoló, nemcsak jelentés). Sokszor magának a tudományos tartalomnak is jót tesz egy kis utánaolvasás, hiszen a „spectrum analysis”, vagyis színeképelemzés témakörében kevesek jártasak.

A szakmai szövegnek jó minőségű szövegnek kell lennie, pedig sokszor ez a legnehezebb. A tapasztalatok szerint a szövegalkotásnál a leghasznosabb az, ha alszunk rá egyet. Amikor másnap friss szemmel végigolvassuk, könnyen megtalálunk olyan zavaró hibákat, pontatlanságokat, magyartalan vagy levegőben lógó félmondatokat, amik előzőleg fel sem tűntek.

A fentiek gyakorlatban való bemutatásához következze a 2018. szeptemberi szám szövegének fordítása.

A periódusos rendszer

Hány elem létezik? – Az ókorban úgy vélték, hogy az anyag minden formája a négy „elemből” – föld, levegő, tűz és víz – származtatható. Miután ez az elmélet megbukott, nem volt olyan időszak, amelyben megegyezésre jutottunk volna a lehetséges elemek számát illetően. Sosem voltunk még ilyen közel ennek a kérdésnek a megválaszolásához, mint napjainkban. Egy az elemek rendszámát vizsgáló tanulmány arra a következtetésre vezetett, hogy a héliumtól az uránnal bezárólag 91 elem van, így jelenlegi ismereteink szerint a hidrogénnel együtt a lehetséges elemek száma 92. Szinte az összes újabb keletű periodikus elrendezés 92 elem létezését sugallja a meglévő ismereteink keretein belül. Megdöbbentő tény, hogy Mengyelejev a periódusos rendszerében az elhelyezett 63 darab 1871-ben ismert elem és az üresen hagyott helyek majdnem pontosan kiadják a feltételezett, összesen 92 elemet. Elsőre ez egy hihetetlenül pontos jóslásnak tűnik, de alapos vizsgálattal rájöhetünk, hogy csupán egy különös egybeesés. A periódusos táblázatban kihagyott helyek közül mindössze hármat sikerült betölteni. Néhány helyre a jövőben kerülhetnek még fel nem fedezett elemek, de nagyrészüik mindig üres marad. Mivel Mengyelejev nem ismerte a nemesgázokat, és a ritkaföldfémek csoportja is igen hiányos volt, ezért valószínűbb, hogy a

periódusos táblázatból kiolvasható elemszámot inkább kényelmi megfontolásoknak, mintsem mélyen gyökerező meggyőződésnek köszönhetjük.

Amennyiben a hélium az urán közötti területen 91 elem található, további öt még felfedezésre vár. Létezésüket és tulajdonságaikat Mengyelejev előre jelezte és elnevezésre kerültek:

(1) a 43-as rendszámú és 100 körüli atomtömegű eka-mangán (ma: technécium); (2) a 75-ös rendszámmal volfrám és az ozmium között található dvi-mangán (ma: rénium) (3) a 85-ös rendszámú eka-jód (ma: asztácium); (4) eka-neodímium (ma: promécium) nevű 61-es rendszámú ritkaföldfém és (5) a 87-es rendszámú eka-cézium (ma: francium).

Közülük a legtöbb figyelem a legutolsóra irányult a fellelésére tett sikertelen kísérletek miatt. (Lásd: Cézium) Némi érdeklődés övezte az eka-mangánt: Ogawa japán kémikus bejelentette a felfedezését, amit hazájáról (Nippon az ország neve japán nyelven) nippóniumnak nevezett el. Állítása szerint az elem tulajdonságai megfeleltek a Mengyelejev által előjelzett tulajdonságoknak. Ogawát megvádolták azzal, hogy a teljes beszámolót meghamisította, mivel Sir William Ramsey és R. B. Moore független vizsgálatai nem igazolták az eredményeit.

A már meglévő 92 elem mellett, három területen lehetnek kétségeink: (1) a hidrogén előtt, (2) az uránt követően és (3) a hidrogén és a hélium között. A radioaktivitásról szóló tanulmányok felvetették az uránnál nehezebb atomok lehetőségét, de ezek létezése sosem nyert bizonyítást. Ha valaha is léteztek a földön, kétségtelenül instabilak lettek volna a mai körülmények között. Ezért „kihalt” elemekként utalnak rájuk (Bayley).

A színképelemzés igazolta több, addig ismeretlen elem létezését, melyek között a hidrogénnél könnyebbek vagy nehezebbek is találhatóak. Azt feltételezik, hogy az „asztérium” nevű gáz, amely földi körülmények között nem lelhető fel, a legforróbb csillagokban található. Nicholson hasonlóképpen egyszerű elemek egész sorának létezését feltételezi. Ide tartozik az arkónium, melynek 2,9-es atomtömegét a színképvonalak szélességéből és a megfigyelt és számított hullámhosszak eltéréséből számították ki. A 2,1-es atomtömegű protofluor vélhetően azonos a koróniummal, melyet

elsőként a napkoronában azonosítottak, majd a Vezúv vulkáni gázaiban számoltak be róla. A nebúliumot, aminek a számított atomtömege 1,31 bizonyos csillagködök színekében találták meg, és valószínűleg azonos az auróriummal, amiről 1874-ben Huggins számolt be a sarki fény színekélemezése során. A 0,082 atomtömegű protohidrogént is kimutatták. Az eterionról Brush számolt be 1898-ban az American Association for the Advancement of Science (Természettudományok Fejlődését Támogató Amerikai Egyesület) bostoni gyűlésén. Olyan gáznak tartották, ami porított üvegből és más anyagokból szabadul fel magas hőmérsékleten és a légköri nyomás egymilliomod részénél kisebb nyomáson. Atomtömegét körülbelül a hidrogénével megegyezőnek számították, és a leírás szerint roppant nagy a hővezető képessége, de kicsi a reakciókészsége. Az előállítás módja és az általános tulajdonságok alapján Crookes úgy vélte, hogy a sajátos tulajdonságokat a vízgőz jelenlétének köszönhetik, ami valószínűleg jelen van a leírt körülmények között és pontosan úgy viselkedik, mint az új „gáz”.

...

Az utóbbi időben nagyon sok új elem felfedezését jelentették be. az Az American Association for the Advancement of Science 1903-ban St. Louisban tartott találkozóján Charles Baskerville elnöki beszédében több, mint 180 darab 1777 óta tett ilyen bejelentést ismertetett. Ezek közül körülbelül 36 tekinthető tényleges felfedezésnek, miközben 130-nál is több azok száma, amelyeket nem sikerült bizonyítani vagy egyértelműen elutasításra kerültek, mivel a megfigyeléseket szennyezett anyagokon vagy már felfedezett elemekkel végezték. A többi, újonnan felfedezettnek vélt elem közül néhánynak még mindig meghatározatlan a státusza, míg másokat ma már izotópoknak nevezzük.

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékleteként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4002 Debrecen, Pf. 400. E-mail: tothzoltandr@gmail.com.

Dobóné Tarai Éva

Rés a pajzson Az ózonréteg és az „ózonlyuk” fogalmának megértési nehézségei

*„Régen azt képzeltem, hogy egy olyan lyuk, amin az úrból bármi bejöhet.
Mostanában inkább úgy képelem, mint egy vékonyabbra varrott
függönyt, amin átmegy kicsit több sugár, mint ahol ózonréteg van.”*
(10. évfolyamos tanuló)

Bevezetés

A természettudományos tantárgyak tanításának egyik leggyakoribb tapasztalata, hogy az mennyire nehéz és sok buktatóval járó feladat. Gyakori tanári megállapítás az, hogy a gyerekek nem ténylegesen megértett és a gondolati hálózatukba jól illeszkedő fogalmakkal rendelkeznek, hanem csak a kérdés típusából vagy a szövegkörnyezetből asszociálnak a megfelelő válaszra. Felismerik a témához kapcsolódó hívószavakat, ami pavlovi reflexként a szorgalmasabb

diákokból előhívja a tanár által várt válaszokat. Ugyanakkor sokan közülük, – ahogyan a mérési eredmények is (*National Research Council* 1997, *Vosniadou, et al.* 2008, *Barke, Hazari, Yitbarek* 2009) – bizonyítják, képtelenek egy hétköznapi problémára tudományosan helytálló választ adni, ha a kérdés nem a megszokott tanórai módon, ismert szövegkörnyezetben vagy szóhasználattal hangzik el. A szakmódszertani kutatások eredményei azt mutatják (*Korom* 1999, 2002), hogy a háttérben, sok esetben a naiv elképzelések, gyermektudományos elméletek, tévképzetek állnak. Értelmezésükre számos modell született, és kiderült, hogy mennyire általános és tantárgyakon átívelő problémakörrel van szó. Bár vannak életkorhoz vagy adott témakörökhöz kapcsolódó jellemző tévképzetek, a probléma annyira általános, hogy indokolt a diagnózisával és lehetséges kezelésével részletesen is foglalkozni. Jelen tanulmány egy több tantárgyban és több évfolyamon is megjelenő fogalom, az ózonréteg és az „ózonlyuk” megértésének vizsgálati tapasztalatairól számol be és néhány olyan lehetőséget vázol fel, amellyel az ózonkérdés megértésével kapcsolatos nehézségek feltárhatók, esetleg orvosolhatók.

Tantervi kapcsolatok

Az ózon és az „ózonlyuk” kérdése az Ember és természet műveltségterület témái között már az általános iskolai tanulmányok során megjelenik természetismeret -, földrajz - és kémiaórákon. A 9-12. évfolyamokon a NAT a „Környezet és fenntarthatóság” témakörének fejlesztési feladatai között említi az ózon és az „ózonlyuk” kérdését. Biológia tantárgyból az ökológia témaköreinél, fizikából a hőtan, légkörfizika és a környezettudatos magatartás fizikai alapjai kapcsán, kémiából a szervetlen kémia tárgyalásánál találkozunk a diákok az ózonnal. A környezeti kérdések a hétköznapi életben is megjelennek, napjainkban, a médiában is gyakori szereplő az ózonprobléma. Ezzel együtt a tapasztalatok szerint a diákok jelentős része nem érti vagy félreérti az „ózonlyuk” fogalmát. Gyakran használnak olyan mondatpaneleket, amelyekben világosan felismerhetők a rádióban, televízióban használt szófordulatok vagy egy-egy jellegzetes tankönyvi mondat. Ugyanakkor a szó ismertsége nem jelenti automatikusan a fogalom tartalmi megértését is. Nagyon gyakori a környezeti kérdések összemosása, az oksági összefüggések belátásának hiánya, a téves szóhasználat.

Vizsgálatunkban azt szeretnénk volna kideríteni, hogy a különböző szinteken és évfolyamokon hogyan értik meg a diákok az ózonréteg és az „ózonlyuk” fogalmakat.

A kutatás jellemzése

Kérdésfelvetés, hipotézisek

Kutatásunkban arra voltunk kíváncsiak, hogy egy olyan, általunk ismertnek vélt fogalom és aktuális környezeti probléma, mint az ózon és az „ózonlyuk” kérdésében valójában mennyire tájékozottak a diákok.

Rendelkeznek-e a fenti fogalmakkal kapcsolatban gyermektudományos elméletekkel, tévképzetekkel?

Ha igen, van-e valamilyen összefüggés az iskolai képzésben eltöltött idő és a tévképzetek száma, tartalma, minősége között?

Előfordulnak-e olyan megfogalmazások, amelyeknél megállapítható vagy legalábbis valószínűsíthető a tévképzet forrása vagy kialakulásának oka?

Melyek lehetnek azok a célszerűen feltett kérdések vagy feladatok, amelyekkel gyorsan és hatékonyan megtalálhatók az ózonkérdéssel kapcsolatos félreértések és adott esetben alkalmasak a jobb fogalmi megértés elősegítésére?

Módszerek, eszközök

A mintavétel módszerei, eszközei

Adatgyűjtéshez egy tízkérdéses kérdőívet használtunk, aminek az egyik pontja foglalkozott az ózonkérdéssel. A kérdőív két változatban (A és B) készült, a feladatok sorrendjükben különböztek, tartalmi és formai szempontból hasonlóak voltak. A kérdések nyílt végűek voltak, annak érdekében, hogy a válaszok tartalmi és szóhasználati jegyei alapján minél több információt találjunk a diákok gondolkodásmódjáról és az adott fogalomhoz kötődő elképzeléseiről. A feladatlap kitöltésére egy tanóra állt a diákok rendelkezésére. Önállóan, segédeszközök használata és megbeszélés nélkül kellett a nyílt végű kérdésekre válaszolniuk.

Jelen tanulmányban az „ózonlyukkal” és az ózonréteggel kapcsolatos kérdésre adott válaszok és az azokból levonható következtetések

bemutatására vállalkozunk. Mindkét csoport esetében a „*Szerinted mi az „ózonlyuk”? Hol helyezkedik el és hogyan képzeled el?*” kérdésekre vártunk írásos, esetleg rajzzal kiegészített válaszokat. Az elemzések mellett összegyűjtöttünk néhány olyan kérdést és feladatot, amelyek segítségével az adott téma tanításának megkezdésekor előre tájékozódhatunk a diákok ózonnal kapcsolatos elképzeléseiről, előzetes tudásukról és az eseteleges tévképzetek jelenlétéről, típusáról. Ezek ismeretében az óra hangsúlyait célszerűen tudjuk megválasztani.

Az értékelés módszerei, eszközei

A válaszokat első lépésként tartalmi helyességük és a fogalom megértése szempontjából kategorizáltuk. A kategóriákba rendezést többféle módszertani alapon is elvégeztük. Első lépésként a tévképzet-kutatásban általánosan elterjedt csoportosítást használtuk *Abraham, Grzybowski, Renner, és Marek (1992)* szerint, amelyet *Korom Erzsébet* részletesen bemutat a „Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás” című művében (2005). Ezekkel a kategóriákkal a megértés teljes hiányától a tudományosan elvárt fogalom meglétéig a fogalmi fejlődés teljes spektrumát azonosítani tudtuk, beleértve a tévképzetek jelenlétére utaló megfogalmazásokat is.

Annak érdekében, hogy tartalmi szempontból vagy a tanulói naiv elméletek eredete szempontjából is vizsgálni tudjuk a válaszokat, a *Kádár és mtsi. (2018)* által használt kategóriáknak megfelelő tévképzeteket is kerestünk. Eszerint ötféle tévképzetet különböztettünk meg: a) vernakuláris vagy köznyelvi tévképzeteket, amelyek a mindennapi szóhasználaton alapuló tévedésekből származhatnak (*National Research Council 1997; Dolphin, és Benoit 2016; Kádár és Farsang 2018*), b) prekonceptiókat, ahol a már ismert fogalom vagy jelenség értelmezéséből fogalmazunk meg előzetes várakozásokat, anélkül, hogy az aktuálisan vizsgált jelenség minden apró részletét elemeznénk (*National Research Council 1997; Duit, et al. 2001; Kádár és Farsang, 2018*); c) kulturális tévképzeteket, amelyek a mindennapokat átható kultúrába beágyazott gondolkodásmódon vagy szóhasználaton alapulnak (*Samarapungavan, és mtsi., 1996; National Research Council, 1997 és Kádár és Farsang 2018*); d) populáris tévképzeteket, amelyek a kortárs médiában és annak hatásaiban (televízió, film, képregény, internet) gyökereznek (*Barnett, és mtsi. 2006; Lin és mtsi. 2013; Kádár és mtsi. 2015; Kádár és Farsang 2018*);

végül e) fogalomalkotási tévképzetet, ahol a tanulási folyamat szenved csorbát, az új fogalmat nem érti meg pontosan a diák vagy nem megfelelően rögzíti (*National Research Council 1997; Eryilmaz, 2002; Chang és Pascua, 2015*).

A prekonceptiókhoz kötődően egy további pontosítást tesz lehetővé a fenomenológiai primitívek, p-prímek (*diSessa, 1993*) megtalálása. A p-prímekről *Tóth Zoltán (2013)* írt részletesen *Janus-arcú axiómáink: a p-prímek* című írásában. A kémia józanésszel elnevezésű *Talanquer (2006)* nevéhez köthető és a hazai szakmódszertanban *Tóth (2009)* által bemutatott modell is a tévképzetek gyökereinek feltárást szolgálják. Mindkét modellhez kerestünk példákat a kutatásaink során.

A minta

A vizsgálatot 2018 októberében végeztük egy budapesti gimnázium 7-12. évfolyamon tanuló diákjai ($N_{\text{gimn.}} = 403$ fő), egy budapesti szakgimnázium 10. és 11. évfolyamos diákjai ($N_{\text{szakgimn.}} = 39$ fő) és egy budapesti általános iskola 7. évfolyamos tanulói ($N_{\text{alt.isk.}} = 58$ fő) részvételével (összesen 500 fős mintával). A gimnazisták között voltak speciális matematika, humán, idegen nyelv és természettudományos tantervű csoportok. A szakgimnáziumok tanulói turisztika és kereskedelem szakirányban tanultak, az általános iskolások általános tantervű iskola diákjai voltak.

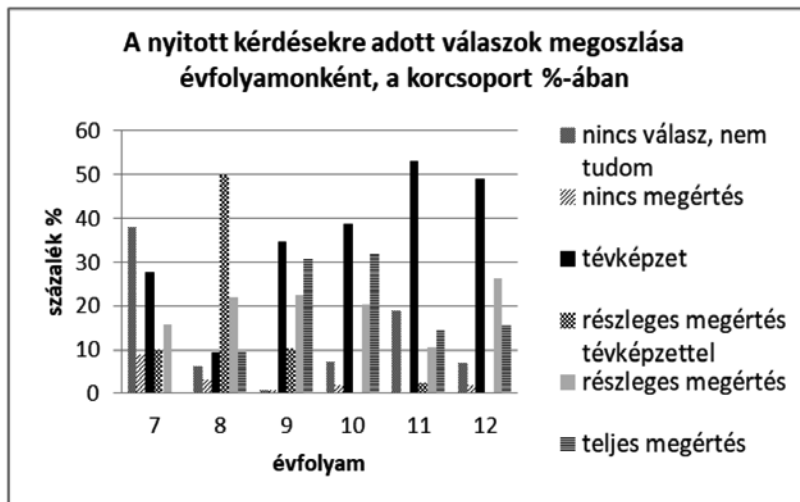
A tartalmi elemzések és a tévképzetek azonosítása mellett mennyiségi elemzéseket is végeztünk a leíró statisztika módszereivel, IBM SPSS Statistics 22 program használatával.

Eredmények

A mennyiségi elemzések eredményei

A „*Szerinted mi az „ózonlyuk”? Hol helyezkedik el és hogyan képződik el?*” kérdésekre adott válaszok közül helyes válaszként azokat fogadtuk el, amelyekből kiderült, hogy a diák tudta, hogy az ózonréteg vagy ózonpajzs a felső légkörben található színtelen gázréteg, aminek megritkulása, elvékonyodása az „ózonlyuk”. Tehát elvárásunk szerint pontosan értenie kellett, hogy nem egy fizikailag ténylegesen létező lyukról van szó, csupán a gázréteg elvékonyodásáról. Először a tévképzetek előfordulását és azok gyakoriságát vizsgáltuk meg. A teljes minta (500 fő) 36,6%-nál (183 fő) találtunk egyértelműen tévképzetre

utaló jelet és további 7,4%-nál (37 fő) tartalmazott a válasz helytelen információt. Mindössze a diákok 21%-ának válasza volt teljesen helytálló, még ha nem is tartalmazott minden lényegi és elvárt információt, de legalább hibás állítás nem volt benne. Pontosabb képet kaptunk, ha évfolyamonként vizsgáltuk meg a válaszokat, az adott csoport létszámának megfelelően, százalékban kifejezve (1. ábra).



1. ábra: Az „ózonlyuk”-hoz kapcsolódó tévképzetek előfordulási gyakorisága az egyes évfolyamokon, százalékban kifejezve

A legkevesebb tévképzzel a nyolcadikosok rendelkeztek. Ugyanakkor, ha a következő kategóriával (részleges megértés tévképzzel) együtt vizsgáljuk, távolról sem ilyen megnyugtató a kép. Így a csoport közel 60%-a még nem érti az ózonproblémát, és helyes választ is csak néhányan voltak képesek megfogalmazni. Ez érthető is, hiszen földrajzból és kémiából is ezen az évfolyamon kerül elő a téma, bár a felmérés őszi időpontjában még nem feltétlenül tanultak mindannyian az ózonproblémáról. A hetedikeseik közül kiugróan sokan, 38%-uk nem válaszolt, a válaszadók viszont az idősebbekhez képest kevesebb tévképzzel utaló állítást fogalmaztak meg. Feltételezésünk szerint előzetes tanulmányaikból (pl. természetismeret), otthonról vagy a médiából tájékozódhattak. Erre a két évfolyamra jellemző, hogy a

válaszaik megfogalmazásában azokra a fogalmakra és kapcsolati hálókra támaszkodhattak, amelyeket eddigi hétköznapi tapasztalataik és információik alapján kialakítottak. Esetükben a tantárgyakhoz kötött fogalmi tanulás még csak most fog elkezdődni. A többi évfolyamon fokozatosan nő a tévképzetek gyakorisága, ami ellentmond előzetes várakozásainknak, viszont arányosan csökken a következő kategóriába – részleges megértés tévképzetekkel – sorolt válaszok száma. Ez utóbbi tény érthető, hiszen tanárként azt reméljük, hogy a tanulási folyamat során a fogalom egyre világosabbá válik, egyre mélyebben ágyazódik a diák jól szervezett fogalmi rendszerébe, végül megérti és tudományos alapon a maga szintjén értelmezni tudja a fogalmat. E szerint a várakozásunk szerint azonban egyre több jó válasznak kellett volna születnie a magasabb évfolyamok felé haladva, ami nem történt meg. A 9. és 10. évfolyamon tudták legnagyobb arányban (31, ill. 32%-ban) tudományos igénnyel megfogalmazni a helyes választ. Már tanulták és még emlékeztek is a földrajz és kémia órákon elhangzott ismeretekre. Összességében megállapíthatjuk, hogy ha a tévképzettel és tévképzettel társult részleges megértéssel rendelkező csoportokat együtt vizsgáljuk évfolyamonként, csak csekély számbeli eltérés mutatkozik az egyes évfolyamokon (2. ábra).

Az elvégzett statisztikai próbák közül a varianciaanalízis eredményei alapján kijelenthető, hogy a vizsgált fogalmak tanításának hatása rövidtávú. Mindössze a hetedik- és kilencedik évfolyam, valamint a hetedik- és tizedik évfolyam tanulói esetében találtunk 95%-nál nagyobb valószínűségi szintű különbséget az „ózonlyuk” fogalmának megértésében. A tanítás rövid távú hatása érinti ugyan a fogalomhoz kötődő tévképzeteket, számuk csökken és jobb fogalmi megértés, de a tizenegyedik- és tizenkettedik évfolyamra ez a hatás kimerülni látszik és alig értékelhető mértékben mutatnak jobb megértést a felsőbb évfolyamok diákjai, mint a hetedikeseek. Másképpen megfogalmazva, visszatértek ahhoz a magyarázó kerethez, fogalmi struktúrához, amivel fiatalabb korukban a jelenséget értelmezték. A tanítás sokak esetében nem eredményezett tartós fogalmi váltást, bár a válaszok szóhasználatából és a stilisztikai jegyekből kiderül, hogy a vizsgált fogalom tartalmi gazdagodáson ment át.



2. ábra: Az adott évfolyamban a megkérdezettek hány %-a képzelel el fizikai lyukként az ózonréteg elvékonyodását.

Ez a tény egybecseng a szakirodalomból ismert állításokkal a tévképzetek makacs voltát illetően. Amint a kötelező kémiaoktatás befejeződik, halványulnak az emlékek és ismét a korábbi és jól bevált fogalmi keretek kerülnek elő egy hétköznapi szánt kérdés megválaszolásakor. Tehát a hibás fogalmi hálózat rögzült, a tanítási folyamat során nem sikerült tartósan módosítani és felülírni, annak ellenére, hogy a nyolcadik és kilencedik évfolyamon legalább két tantárgy, a kémia és a földrajz is kísérletet tesz erre. Mindkét tantárgy azonban olyan szűkös időkerettel és olyan méretű ismeretanyaggal birkózik, amelyek miatt nagyon kevés idő van a kialakítandó fogalmak begyakorlására, megérlelésére.

A minőségi elemzés eredményei I. : Tévképzetek és feltételezett eredetük

Arra is kíváncsiak voltunk, hogy a válaszok stílusa, fogalmazásmódja, a használt szakkifejezések mennyisége és minősége hogyan változik az életkorral és az oktatásban eltöltött idővel. A szövegek egyenkénti elemzése során számos visszatérő elemmel találkoztunk az életkortól függetlenül, de nagyon sok egyéni megfogalmazás is felbukkant. Gyakran ismétlődő mondat volt a következő: „ez valójában nem egy igazi lyuk, csupán az ózonréteg elvékonyodása”. Vagy egy tankönyvi mondat vagy az órán sokszor elhangzott állítás rögzült szó szerinti formában sok diák esetében. A teljes mintát tekintve, a diákok fele (49,6%) úgy gondolja, hogy az „ózonlyuk” egy tényleges, fizikailag létező nyílás és csak 37%-uk válaszából derül ki egyértelműen, hogy az „ózonlyukra”, mint a gázréteg megritkulására, elvékonyodására

gondolnak. Ha évfolyamonként vizsgáljuk ezeket az elképzeléseket, alig van különbség és előrelépés az idősebb korcsoportok esetében annak ellenére, hogy több természettudományos tantárgyban is tanulhattak róla. Az „ózonlyuk” fogalmának magyarázata során a leggyakrabban *„rés, szakadás, foszlás, repedés, sérülés, hézag, hiba a pajzson, rongálódás, egy bizonyos ponton kikopás”* kifejezések bukkantak fel. Itt a félreértések hátterében az a vernakuláris tévképzet (mindennapi szóhasználaton alapuló téves elképzelés) állhat, amit maga a mérőlap is sugall a kérdésfeltevésakor. Az ózonproblémával kapcsolatos kérdések esetében általánosan az „ózonlyuk” kifejezést használjuk az „ózonréteg elvékonyodása” kifejezés helyett, ami jogosan váltja ki a diákokból a fizikailag létező nyílás elképzelését.

Tanulóságosak azok a magyarázatok, amelyek segítenek megérteni, a gyerekek gondolkodásmódját, vagy azt, hogy egy tévképzetnek ítélt fogalomalkotási hiba miben gyökerezhet. Találtunk például úgynevezett populáris tévképzetet, amely a kortárs média hatásából származhat (Kádár és Farsang 2018):

- *„Úgy képzem el, mint amikor a Harry Potter és a halál ereklyéiben Voldemort áttörte a védővarázslatot.” (7. évf.)*
- *„Mint a Harry Potterben, a legutolsó csatában a védőburok. Kör formájú, a rossz anyagokat nem engedi át, a jókat igen. És ha sok a rossz anyag, elgyengül, és a végére eltűnik.” (9. évf.)*
- *„A Földet fedő energiapajzs hiánya, elvékonyodása.” (11. évf.)*
(Tudományos – fantasztikus akció filmek visszatérő eleme a nagy energiájú mágneses vagy egyéb elven működő védőpajzs.)
- *„...az ózonréteg egy mágneses burok, ami körbeveszi a Földet és megvédi a káros – például az Nap által kibocsátott – sugaraktól. Az ózonlyuk pedig az ezen a burkon keletkezett rés, amin keresztül a káros sugarak szabadon mozoghatnak.” (9. évf.)*
- *„...kialakul egy lyuk. Ez olyan, mint amikor egy pisztollyal mondjuk, sokáig egy helyre lősz egy pajzson, az előbb utóbb "átszakad" és az ózonréteggel is ez van. Szerencsére a gázok nem egyenesen felfelé szállnak, hanem a szél fújja őket messzebbre.” (9. évf.)* (Akciófilmek hatása is lehet.)
- *„Az ózonlyukat úgy tudnám elképzelni, mint azt a levegőrészt, ahol az ózon kevesebb százalékban van jelen, mint ahány százalék a Föld*

légkörének átlaga, és ha elképzelem, az ózonlyukak elhelyezkedését illetően a 9-es földrajzkönyvben volt egy szemléltető ábra, amin az ózonlyuk az pontosan úgy néz ki, mint egy mérges emoji.”(10. évf.) (IKT kommunikációs eszközök, rétegnyelvi szóhasználat)

Fogalomalkotási tévképzetre is találtunk példákat. Ezek esetében kifejezetten az iskolai tanulás során ismerkednek meg a diákok az adott fogalommal és közben történik valamilyen fogalomalkotási hiba (*National Research Council 1997; Chang és Pascua, 2015; Kádár, 2018*). Ez jellemzően a magasabb évfolyamra járó diákok körében fordult elő. Megkezdődik a korábbi ismeretek kibővítése, a diák fölülbírálja saját elképzeléseit és próbálja az új információkat értelmezni és beépíteni a fogalmi szerkezetébe. Ha ez sikerül, a korábbi, esetleg naiv elképzeléseket lecseréli tudományos igényű magyarázatra, megtörténik a fogalmi váltás. Ha az új magyarázat nem eléggé hihető vagy elfogadható számára, vagy együtt él a kétféle értelmezés a gondolataiban vagy az új fogalmat teljesen elveti és marad a jól bevált korábbi magyarázatainál.

- *„Egy része az ózonrétegnek, ami a szennyezett levegő miatt sérült. Odagyűlnek a szennyező gázok, amik beengedik az UV-sugarakat. Az Északi-sark felett helyezkedik el.” (10. évf.). (Nem magát a „nyílást” tekinti aggályosnak, hanem a légszennyező anyagokra tekint úgy, mint „ajtónyitók” az UV-sugarak előtt.*
- *„Az ózonréteg kb. 90 km-es magasságban helyezkedik el. Az ózonréteg többé-kevésbé egyenletesen helyezkedik el a Föld fölött. Az ózonlyuk az a rész, ahol nem vagy csak kismértékben van ózon. Az ózonlyuk keletkezhet jól oxidálható gáz, illetve lökéshullám hatására.” (9. évf.)*
- *„... az ózonréteg kilyukad attól, hogy egyre melegebb van. Ez mind teljesen jó lenne, de a "rossz" gázok túl használata miatt nem válik előnyünkre. Az ózonréteg ezt a túlzott felmelegedést nem bírja, így kilyukad.” (9. évf.) (Egymással össze nem függő jelenségek összekapcsolása, ok-okozatiság keresése a Talanquer-féle józanész-modell szerint.)*
- *„Szerintem az ózonpajzs egyik részénél nagyon sok szén-dioxid halmozódott fel és valahogy úgy, mint ahogy a papír ég, a szén-dioxid is kiégette az ózonpajzsot. Mert lett rajta egy lyuk, ami még most is tágul. Mintha egy papírlap közepére égettünk volna egy*

lyukat és nem oltjuk el.” (9. évf.) (Tipikus tanulási, fogalomrögzítési hiba: már érti, hogy a szén-dioxid az egyik felelőse a globális felmelegedésnek, de hibásan úgy értelmezi a szerepét, mintha egy ténylegesen melegítő, fűtő ágens lenne a légköri jelenségek között. A magyarázat egy másik csoportosítás szerint, a Talanquer (2006) által leírt és Tóth (2009) által ismertetett „józanész heurisztikái” - modell szerint az asszociáció és a leragadás elveket is képviseli. Előbbi arra utal, hogy anélkül, hogy alaposan végiggondolná a választ, egy rövidített gondolkodási sémát alkalmaz: Nagy biztonsággal tudja, hogy a globális felmelegedés egyik kiváltója a szén-dioxid-gázhoz kötődik, feltételezi, hogy itt is ezzel kapcsolatos a szerepe. Már, ha van egyáltalán... A leragadás elve ebben a példában úgy nyilvánul meg, hogy a válaszadó egy jól bevált panelt alkalmaz az asszociációval előhívott szén-dioxiddal kapcsolatban, és minden fontos tényező figyelembe vétele nélkül magyarázza el az „ózonlyuk” kialakulásában játszott feltételezett szerepét.

- „Szerintem az ózonlyuk egy olyan természeti jelenség, ami a végtelenségig terjed. Egy nagy fekete lyuk, aminek nincsen vége. A Földtől nagyon messze helyezkedik el. Talán a világegyetem közepén található és úgy funkcionál, mint egy nagy szemetes láda.” (7. évf.)

Kulturális (a nemzeti múltban, népi kultúrában, hitvilágban gyökerező) tévképzettel nem találkoztunk, hiszen az ózon és az „ózonlyuk” tudományos kifejezések, nincsenek ilyen jellegű megfelelőik.

A magyarázatoknál használt fogalmakat és kifejezéseket a válaszokból képzett szófelhők segítségével is összehasonlítottuk. A 3. és 4. ábrán láthatók példaként a 7. és 12. évfolyam szófelhői.



3. ábra: A 7. évfolyamos diákok válaszaiból képzett szófelhő, ahol a betűk mérete arányos a szavak gyakoriságával a válaszokban. (Forrás: saját szerkesztés, 2018.)

Megfigyelhető, hogy annak ellenére, hogy mindkét évfolyamon sok pontatlan és hibás megoldás született, az idősebbek válaszai sokkal

légszennyezéssel kapcsolatos fogalmat, mint például a globális felmelegedést, üvegházhatást, szén-dioxidot, füstöt vagy a légszennyezést általánosságban. A hetedikesek szinte kizárólag az általános légszennyező anyagok, gázok kifejezést használták, közülük egy-egy diák említette csak a szén-dioxidot vagy az üvegházhatást. Ezzel szemben mindössze 28 tanuló (a teljes minta 5,5%-a) volt, akinél a válaszadásnál inkább elvárható freont, hűtőfolyadékokat vagy a dezodorok hajtógáza fogalmakat megtaláltuk. A freonok és a hűtőfolyadékok említése 9. évfolyamon válik gyakoribbá (7 tanuló, a kilencedikesek 6,5%-a). Ők már a nyolcadik évfolyamon tanultak az ózonnól és feltehetően ennek kapcsán tettek említést az ózon környezetvédelmi vonatkozásairól és a freonokról. A tizedik évfolyamon még kissé növekszik a freonokat említők száma (12 tanuló, a tizedikesek 7%-a), ami indokolt is, hiszen éppen az adatfelvétel időpontja körül tanultak szerves kémiából a halogénezett szénhidrogénekről. Ehhez képest nem tűnik ugrásszerűnek a növekedés. Ennek ellenére néhányan ezekre az ismeretekre még a tizenegyedik és tizenkettedik évfolyamon is emlékeznek, de sajnálatos módon az 500 fős mintának ez csak a töredékére igaz, a tizenegyedikeseik 4%-a, míg a tizenkettedikesek 12%-a. Azok közül a diákok közül, akik az ózonproblémával kapcsolatban valamilyen kiváltó okot kerestek a magyarázatukban (144 fő a teljes, 500 fős mintából) 82-en a füstöt vagy általában a légszennyezést említették, 11-en az üvegházhatást és 17-en a szén-dioxidot (összesen 110 diák a 144-ből). Ezek az adatok ismét azt sugallják, hogy olyan helyzetben, amikor valamilyen kérdésre nem várt szituációban kell választ találnunk, hajlamosak vagyunk a biztonsági játékra. Magyarázatként jól bevált fogalmakat, paneleket, sokszor hallott, ismételt fogalmakat és mondatokat veszünk elő. Ha a légkörrel kapcsolatos kérdésről van szó, a légszennyezés, füst, szén-dioxid jól ismert, gyakran hallott, bejáratott fogalmak. A freonok kifejezés hallatán, még ha ismerősen cseng is, nem biztos, hogy a diákoknak eszébe jut, hogy milyen környezetben és hol is tanultak róla. Ismét a fogalmak nem megfelelő rögzítésével és a gyakorlás, a fogalmi háló megfelelő módon történő gazdagításával, pontosabban annak hiányával találjuk magunkat szemben.

Feltáró és korrekciós feladatok

A fenti tapasztalatok alapján érdemes tájékozódni a diákok előzetes tudását illetően az ózonréteg és a vele kapcsolatos környezet kérdések tanításának megkezdése előtt. A következőkben néhány gyorsan megválaszolható kérdést és feladatot kínálunk erre a célra. A válaszadást akár színes kártyák felmutatásával, szavazóegységgel, Kahoot vagy Socrative programokkal kérhetjük a diákoktól. (Zárójelben a helyes válaszokat tüntettük fel.)

Relációanalízis:

- A) Az állítás és az indoklás is helyes, és ok-okozati összefüggés van közöttük.
 - B) Az állítás és az indoklás is helyes, de nincs közöttük ok-okozati összefüggés.
 - C) Az állítás helyes, az indoklás hamis.
 - D) Az állítás hibás, az indoklás önmagában helyes.
 - E) Sem az állítás, sem az indoklás nem helyes.
1. Az ózonréteg vékonyodása okozza a globális felmelegedést, mert így a Naphól több hő tudja elérni a Föld felszínét. (E)
 2. Az ózon előfordulhat az alsó légkörben is, a földfelszín közelében, mert a háromatomos oxigénmolekula nagyobb moláris tömege miatt lesüllyed a levegő alsó rétegeibe is. (C)
 3. A freonok veszélyesek az ózonrétegre, mert nagyon bomlékony vegyületek és a bomlásukkor keletkező hidrogén-fluorid kémiai reakcióba lép az ózon molekulákkal. (C)
 4. Az „ózonlyuk” kialakulása miatt elsősorban a déli félgömbön érezhető a globális felmelegedés hatása, mert ott figyelték meg először az „ózonlyukat”. (D)
 5. A szén-dioxid, a kén-dioxid és a nitrogén-oxidok a leginkább felelősek a globális felmelegedésért, mert kémiai reakcióba lépnek az ózonmolekulákkal. (E)
 6. A freonok felelősek a globális felmelegedésért, mert az ózonréteget károsítják és az „ózonlyukon” keresztül az UV-sugarak el tudják érni a Föld felszínét. (D)
- Egyszerű választás (csak egy lehetséges válasz van, vastagon szedve a jó megoldások)
7. Az ózonréteg fontos szerepet játszik a földi élővilág fennmaradásában, mert elnyeli a
 - a) világúrból érkező infravörös sugarakat,

- b) a Napból érkező infravörös sugarakat,
 - c) a Napból érkező ultraibolya sugarakat,**
 - d) a Földről visszasugárzott infravörös sugarakat,
 - e) mindegyik állítás igaz.
8. Az ózonréteget gyengítik elsősorban
- a) az oxigénmolekulák,
 - b) a szén-dioxid-molekulák,
 - c) a freonok,**
 - d) a fosszilis üzemanyagok égéstermékei.
9. Miért veszélyes az ózonréteg vékonyodása?
- a) Kevesebb lesz az ózondús levegő, több lesz a szmog.
 - b) Többen betegszenek meg rákban, mert nem lesz, ami elnyelje a nagyenergiájú sugarakat.**
 - c) Még erősebb lesz a globális felmelegedés.
10. Az ózonréteg megvédi az élőlényeket az UV-sugárzástól, ami
- a) a világúrból
 - b) a Napból**
 - c) a Holdból érkezik a Föld felé.
11. Melyik képlet jelöli az ózonréteget károsító anyagot?
- a) FFC
 - b) CCF
 - c) CFC**
12. Mi a kapcsolat az ózonréteg vékonyodása és a globális felmelegedés között?
- a) Az ózonréteg vékonyodása eredményezi a globális felmelegedést.
 - b) A globális felmelegedés okozza az ózonréteg elvékonyodását.
 - c) A globális felmelegedés késleltetheti az ózonréteg „meggyógyulását”.**
13. Miért veszélyes az UV-sugárzás növekedése a tengeri élővilág számára?
- a) Mert a halaknál bőrelváltozásokat okoz.
 - b) Elpusztítja azokat a planktonikus élőlényeket, amelyek a halak fő táplálékai.**
 - c) Megnöveli az óceánok vizének átlaghőmérsékletét.

A kérdések közül elég egyet-kettőt kiválasztani a korosztály vagy a csoport stílusa alapján. A válaszadás után egy következő lépés lehet a kérdések megbeszélése 3-4 fős csoportokban, majd egy újabb szavazás és ennek eredménye után egy osztályszintű közös megbeszélés tanári magyarázattal. A fenti séma szerinti Mazur-módszert eredetileg egyetemi fizikakurzusok hatékonyságának növelése érdekében fejlesztette ki a névadója (Mazur, 2014), de ígéretesnek tűnik és hazai kémiaórai kipróbálásáról is vannak már pozitív visszajelzések (Dobóné, 2017, Szabó, 2018).

Összefoglalás

Vizsgálatunkban két, a hétköznapi életben és a környezeti kérdésekkel is foglalkozó tantárgyakban (kémia, földrajz, biológia, fizika) előforduló fogalommal, az ózonréteggel és az „ózonlyukkal” kapcsolatos tanulói elképzeléseket és esetleges tévképzeteket igyekeztünk feltárni. Megállapítottuk, hogy várakozásainknak megfelelően a diákok jelentős aránya nem érti vagy rosszul értelmezi az előbbi fogalmakat. Sokan közülük tévképzetekkel, gyermektudományos elméletekkel rendelkeznek. Az elméletek, ahogyan feltételeztük, életkortól és a tanulási folyamat aktuális helyzetétől függően különböztek. Megállapítottuk, hogy a fiatalabb korosztály inkább a hétköznapi tapasztalatait és korai tanulmányait (pl. környezetismeret és természetismeret) során szerzett ismereteire támaszkodik. Az ő esetükben izgalmas, fantáziadús magyarázatokat találtunk az „ózonlyuk” elképzeléséről, sok populáris, médiában gyökerező tévképzetet azonosítottunk. Többeknél feltűntek a kedvelt kortárs irodalmi és filmélmények jelenetei párhuzamként állítva azzal, ahogyan pl. az „ózonlyukat” elképzelik. Az idősebbeknél a tanulási folyamat során bekövetkező hibákból adódó fogalmi tévképzetekkel találkoztunk inkább. Az éppen az adott időszak környékén tanult fogalom nem tisztázódott teljesen, hibásan rögzült, nem, vagy csak részben történt meg a fogalmi váltás. A háttérben a rögzítésre, bevézésre fordítható idő hiányát tételezzük fel. Sokaknál problémát jelenthet a szövegértés is, bár jelen kutatás ezt nem vizsgálta. Gyakoriak a helyesírási hibák, pl. az égitestek nevének írásakor vagy magának az „ózonlyuk” kifejezésnek a helyes leírásakor. Fontos és a hazai és külföldi irodalmi adatokkal egybecsengő tapasztalatunk, hogy a tévképzetek száma gyakorlatilag nem csökken az oktatásban eltöltött

idő függvényében, bár a tartalmi jellemzőik módosulnak a tanítás hatására. Megállapítottuk, hogy az idősebbek gazdagabb és rendszerezettebb fogalmi hálózattal rendelkeznek, de nagyon sok a fragmentált elem a kognitív struktúrájukban. Összeállítottunk néhány olyan kérdést, amelyek alkalmasak lehetnek a diákok előzetes tudásának gyors felmérésére, azonnali visszajelzéseket kaphatunk a téma tárgyalásának megkezdése előtt, ami reményeink és meggyőződésünk szerint elősegítheti a fogalmi váltást és növelheti az oktatás hatékonyságát.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki a Debreceni Egyetem Neveléstudományi Tanszékének, hogy intézményi támogatást nyújtanak kutatómunkámhoz.

Köszönöm Dr. Tóth Zoltán ny. egyetemi docens szakmai támogatását.

Felhasznált irodalom

Abraham, M. R. Grzybowski, E. B. Renner, J. W., Marek, E. A. (1992). Understanding and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 105-120.

Barke, H-D., Hazari, Al, Yitbarek, S. (2009): Misconceptions in Chemistry - Addressing Perceptions in Chemical Education. *Springer-Verlag*. Berlin, Heidelberg.

Barnett, M., Wagner, H., Gatling, A., Anderson, J., Houle, M., Kafka, K. (2006): The impact of science fiction film on student understanding of science. *Journal of Science Education and Technology*. 15. (2) 179–191.

Çimer, S., Çimer, A., Nazihan, Ursava, N.(2011): Student teachers' conceptions about global warming and changes in their conceptions during pre-service education: A cross sectional study. *Educational Research and Reviews*. 6. (8) 592-597.

Cordero, E. (2001): Misconceptions in Australian students' understanding of ozone Depletion. *Melbourne Studies in Education*, 41. 85-97.

Cooper, G. (1998): Research into cognitive load theory and instructional design at UNSW.

<http://dwb4.unl.edu/Diss/Cooper/UNSW.htm> (utolsó letöltés: 2018. 11. 02.)

diSessa, A. A. (1993): Towards an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10. (2-3), 105-225.

Dobóné, T. (2017): Egy hatékonyabb kémiaoktatásért. A Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszer kipróbálásának néhány tapasztalata. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 44. (5), 418–434.

Dolphin, G., Benoit, W., (2016): Students’ mental model development during historically contextualized inquiry: How the “tectonic plate” metaphor impeded the process. – *International Journal of Science Education* 38. (2), 276–297.

Duit, R., Roth, W., Komorek M., Wilbers, J. (2001): Fostering conceptual change by analogies – between Scylla and Chrybdis. *Learning and Instruction*, 11. (4–5), 283–303.

Eryilmaz, A. 2002: Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students’ misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of Research in Science Teaching*, 39. (10), 1001–1015.

Johnstone, A. H. (2000): A kémia természete, *Magyar Kémikusok Lapja*, 55 (8-9), 298.

Kádár A., Farsang A. (2018): A láva a Föld magjából származik vagy mégsem – Néhány lemeztektonikához kapcsolódó tévképzet összehasonlító elemzése. *GeoMetodika* 2. (1), 5–24.

Korom, E: (1997): Naiv elméletek és tévképzetek a természet-tudományos fogalmak tanulásakor. *Magyar pedagógia*, 97. (1), 19-40.

Korom E. (1999): A naiv elméletektől a tudományos nézetekig. *Iskolakultúra* 9. (10), 60–71.

Korom E. 2002: Az iskolai tudás és a hétköznapi tapasztalat ellentmondásai. – In: Csapó B. (szerk.): Az iskolai tudás. *Osiris Kiadó*, Budapest. 139–167.

Korom E. (2005): Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás. – *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest. 42.

Lin, K., Tsai F., Chien, H., Chang, L. (2013): Effects of a science fiction film on the technological creativity of middle school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, (2), 191-200.

- Mazur, E. Peer Instruction for Active Learning: (2014): <https://www.youtube.com/watch?v=Z9orbxoRofI> (utolsó megtekintés: 2018.12.31.)
- National Research Council (1997): Science teaching reconsidered: A handbook. – *The National Academies Press*, Washington. 104 p.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., Brewer, W. F. (1996): Mental models of the Earth, Sun, and Moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, 11. (4), 491–521
- Sójáné, G., Tóth, Z. (2017): Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72. (2), 44-49.
- Sweller, J. (1994): Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design, *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- Szabó, B. (2018): Izomorf kérdések hatása az „egymás tanítása” (peer instruction) módszer hatékonyságára. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 45 (5), 331-340.
- Talanquer, V. (2006): Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83. (5), 8-11.
- Tóth, Z. (2009) Kémiai tévképzetek. *Természet Világa*, 140. (1), 25-27.
- Tóth, Z. (2013): Janus-arcú axiómáink: a p-primek. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 40. (4), 297–304.
- Tóth Z. (2015): A kémiai fogalmak tanításának lehetőségei és problémái. In: *A kémiatanítás módszertana*, 9-19. ELTE, Budapest <http://ttomc.elte.hu/kiadvany/kemiatanitas-modszertana-jegyzet> (utolsó letöltés: 2018. 11. 02.)
- Tóth Z. (2017): Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel. *Magyar Kémikusok Lapja*, 72 (4), 116-121.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., S Kopeliti, I. (2008): The framework theory approach to the problem of conceptual change. In: Vosniadou, S. (szerk.): *International handbook of research on conceptual change*. Routledge, London. 3–34.

VERSENYHÍRADÓ



Villányi Attila

A 15. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia (Gaborone, Botswana, 2018. december 2-11.)

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak a versenyen. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve születési idejüktől függően egyes 10. osztályos középiskolás, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolások versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azok, akik több tárgybán is járatosak, a felkészítőn kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre azon diákokat hívtuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Korábban egy ilyen egzotikus utazás akár 25 – természettudományokban jártas – diák fantáziáját is megfogta. Ebben az évben csak 12 diák jelentkezett a júniusi felkészítőre. Az érdeklődés évek óta csökkenő tendenciája is bizonyítja, hogy egyre nagyobb sebességgel romlik a természettudományos oktatásunk színvonala. A főképp általános iskolában és vidéken megmutatkozó tanárihiány, a természettudományos tárgyak általános iskolai heti 1

órás oktatása és a követelmények további zsugorítása mind ezt az irányt erősítik.

Ezt az olimpiát az oktatási kormányzat 2007 és 2017 között anyagi segítséggel is támogatta. A versenyek támogatási rendszerének átgondolása után a Minisztérium támogatásával pályáztunk a Nemzeti Tehetség Program ide illő programjára. Sajnos a pályázat elbírálása több, mint egy hónapot késett, így csak a versenyen értesültünk arról, hogy az előre elköltött pénznek meg is lesz a támogatója. Az idei utazásnak igen magas költségei voltak: a repülőjegyek ára, az ajánlott oltások nagy száma, a regisztrációs díj és a biztosítás. A légimenetrend miatt egy nappal korábban utaztunk, így egy nap szállást is magunknak kellett fizetni. **A versenyen a magyar csapat részvétele részben a Nemzeti Tehetség Program NTP-NTMV-18-B-0012 pályázati támogatásból valósult meg.** A Richter Gedeon Nyrt. 2004 óta támogatja a magyar csapatot. További támogatóink: Sanofi-Aventis Zrt., Servier Kutatóintézet Zrt, Tömb 2000 Kft. Az utazás anyagi oldalának kezelését, illetve a pályázatok lebonyolítását a Magyar Kémikusok Egyesülete végzi.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg (Gyertyán Attila matematikából és fizikából, Dr. Ács Zoltán biológiából és Villányi Attila kémiából), mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy az őszi felkészítés nem elegendő. Néhány napos elméleti bevezető után az általános és középiskolai iskolai tankönyvekből jelöltük ki az elsajátítandó (illetve átismétlendő) ismereteket, összefüggéseket, illetve az általunk készített prezentációkból kellett az új anyagot elsajátítaniuk a versenyre készülőknek. Szeptember legelején írtuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató eredménye alapján, terveink, és a korábbi hagyományok szerint a legalább 50%-os teljesítményt elérő legjobb diákokat szeretnénk volna kiválasztani. A megjelent 10 diák közül azonban csak öten értek el ilyen eredményt, így végül – hogy a tanulás további motivációja erősebb legyen – a legjobb hét diákot választottuk be a szűkebb felkészítésbe.

Őket szeptemberben és októberben minden hétfőn – és néhány esetben hét közben is – a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel. Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából, Villányi Attila és Vörös Tamás kémiából végezték a felkészítést. Vörös Tamás

tehetséges vegyész, és egyben jó tanár is, apáczais öregdiák, IJSO és kétszeres IChO érmes, aki a Balassi Intézetben is készített fel határon túli fiatalokat a kétszintű kémiaérettségire. A második válogatóra október 28-án került sor. A kialakult hatfős csapat az utolsó hónapban a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló team-munkáját is. A két kémia „gyakorlati specialista” diákot (Csonka Zétényt és Nguyen Bich Diep-et) kértük, hogy az esetleges titrálási feladathoz végezzenek minél több titrálási feladatot a középiskolai tanárukkal a saját gimnáziumukban.

Az idei magyar csapat tagjai:

Csonka Zétény Előd, a pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnázium 10. osztályos tanulója,

Szabó Levente Péter, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Nguyen Bich Diep, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 10. osztályos tanulója,

Yokota Adan, a gödöllői Török Ignác Gimnázium 9. osztályos tanulója,

Debreczeni Dorina, a hajdúböszörményi Bocskai István Gimnázium 10. osztályos tanulója,

Farkas Izabella, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója.

A csapat november 30-án indult el, és frankfurti, valamint johannesburgi átszállással jutott a verseny helyszínére. Az érkezéstől az utolsó napig – a verseny szabályzatának megfelelően – az ott-tartózkodás teljes ideje alatt a szervezők biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását. A szervezők segítőkészsége mutatkozott meg abban, hogy az egy nappal korábbi érkezésünk ellenére biztosították a transzferünket a hotelbe.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a verseny második, negyedik és hatodik napján vitatta meg az egyes fordulók feladatait, majd minden ország tanárai kora hajnalig fordították a saját nyelvükre a feladatlapokat, másnap pedig a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

Ebben az évben a szervezők külön fizikai, kémiai és biológiai témájú feladatokat készítettek, nem próbálkoztak a feladatok integrálásával. A kérdések többsége – feltehetően a helyi természettudományos oktatáshoz igazodóan – igen könnyűnek volt mondható. Sok esetben azért kellett módosítani vagy törölni a feladatot, mert egyszerű memorizálandó ismereteket kért volna számon, amelyet bizonyos országokban tanítanak, másokban nem, vagyis nem a természettudományos gondolkodást mérte volna fel.

A feladatok megvitatása olykor akadozott. A szerzők sokszor nehezen fogadták a kritikát, és nem tudatosult bennük a verseny általános célja. Ebben az évben – a korábbiaktól eltérően – a feladatok megvitatása közben inkább nehezedtek a feladatok, de még így is minden érem határa nagyon magas lett.

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok versenynapjain vettek részt különféle programokon. A főváros megtekintése mellett izgalmasabb programokon is részt vehettünk: két állatrezervátumban is jártunk, ahol különféle vadakat, zsiráfot, gazellákat, orrszarvút figyelhettünk meg.

Idén a magyar csapatot szerencsére semmilyen fertőzés nem támadta meg, annak ellenére, hogy két fiú szobatársa, egy spanyol diák súlyosan megbetegedett.

A szervezők viszonylag gyorsan rendelkezésünkre bocsátották a versenyzőink megoldásának másolatait, a pontegyeztetés (ún. moderálás) nagy viták között zajlott. Az alapvetően magas pontszámok mellett jelentősen befolyásolta az érmekhez szükséges pontérték elérését az, hogy a helyi zsűri nem feltétlenül a természettudományos képességeket mérte a pontozáskor. Például, ha a feladat szövege azt tartalmazta, hogy a versenyző pipálja a megfelelő szavakat, és a diák x-et tett pipa helyett, akkor – arra hivatkozva, hogy „a szabályok követése igen fontos” – nem kapott pontot. Több esetben szakmailag helyes számértékekre és mértékegységekre nem adtak pontot, mert azok formátuma nem felelt meg annak, ahogy az szervezők a javítókulcsban feltüntették. Ezeket az anomáliákat a nemzetközi elnökség csak részben tudta orvosolni. A továbbiakban a nemzetközi zsűrinek (amelynek minden részt vevő ország tanára a tagja) el kell gondolkoznia azon, hogy milyen biztosítékokat építsen be a verseny

szabályzatába, amivel ilyen esetekben a nemzetközi elnökségnek vétőjoga lehet.

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével megtörtént a ponthúzás. Az idei versenyen 45 ország kb. 250 versenyzője mérte össze tudását. Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza. Ezzel az országok nem hivatalos versenyében idén is körülbelül a 13. helyen végeztünk.

	<i>Arany</i>	<i>Ezüst</i>	<i>Bronz</i>	<i>Érem nélkül</i>	<i>Pontszám*</i>
Tajvan	6				18
India	5	1			17
Thaiföld	4	2			16
Vietnam	4	2			16
Dél-Korea	2	4			14
Kína	1	5			13
Oroszország	1	5			13
Hong Kong		6			12
Brazília		4	2		10
Horvátország		3	3		9
Románia		4	1	1	9
Szaúd-Arábia	1	1	3	1	8
Magyarország		2	4		8
Banglades		2	3	1	7
Észtország		1	5		7
Moldova		1	5		7
Szerbia			6		6
Németország		1	3	2	5
Azerbajdzsán			5	1	5
Litvánia			5	1	5

*A pontszám számítása: aranyérem = 3 pont, ezüstérem = 2 pont, bronzérem = 1 pont.

1. táblázat. A legjobb húsz csapat eredménye

Szabó Péter Levente és Nguyen Bich Diep ezüstérmet kapott, Farkas Izabella, Csonka Zétény Előd, Debreczeni Dorina és Yokota Adan bronzérmes lett. A versenyzők részletesebb eredményét a 2. táblázat mutatja.

	<i>Felelet-választás</i>	<i>Elmélet</i>			<i>Gyakorlat</i>			<i>Össz.</i>
		<i>Bio.</i>	<i>Kém.</i>	<i>Fiz.</i>	<i>Bio.</i>	<i>Kém.</i>	<i>Fiz.</i>	
Elérhető	30	10	10	10	13,4	13,3	13,3	100
Szabó Péter Levente	26,25	9,40	7,55	9,17	9,95	9,72	12,25	84,29
Nguyen Bich Diep	23,00	9,15	9,88	9,32	6,60	12,45	10,23	80,63
Farkas Izabella	20,50	8,10	8,65	7,72	6,60	12,45	10,23	74,25
Csonka Zétény Előd	20,25	8,05	7,67	5,71	9,95	9,72	12,25	73,60
Debreczeni Dorina	25,00	6,20	8,38	4,08	6,60	12,45	10,23	72,94
Yokota Adan	20,25	6,825	4,38	7,30	9,95	9,72	12,25	70,675

2. táblázat. A magyar csapat tagjainak részeredményei

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenyek a megszervezését. Az idei szervezők is úgy hívták meg a versenyt, hogy még csupán egyetlen éve jártak a versenyen diákokkal. Katar pedig tavaly debütált, és a 2019-es üres helyre máris jelentkeztek mint szervezők. Ahogy ebben az évben sem lehetett a példás szakmaiságot dicsérni, félő, hogy – tapasztalat híján – a jövő évi verseny szakmai színvonala sem lesz megfelelő. Németország megerősítette, hogy 2020-ban Frankfurtban rendezik meg a 17. IJSO-t. 2021-re pedig a diákcsoportot először idén hozó Egyesült Arab Emírátságok jelentkezett. Úgy gondoljuk, hogy Magyarországnak megvan a szakmai ereje rendezni egy ilyen eseményt, de az elmúlt évek során sajnos nem sikerült megteremteni a hozzá való pénzügyi hátteret.

A szám szerzői

Baglyas Márton BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Balbisi Mirjam BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Berta Máté PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Csorba Benjámín BSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dobóné Dr. Tarai Éva középiskolai tanár, Berzsenyi Dániel
Gimnázium, Budapest

Hegedüs Kristóf PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Horváth Judit tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Keglevich Kristóf középiskolai tanár, Fazekas Mihály Gimnázium,
Budapest

Kóczán György tudományos munkatárs, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Lente Gábor egyetemi tanár, PTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Magyarfalvi Gábor egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Simkó Irén MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Szobota András MSc-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Tóth Edina középiskolai tanár, Petrik Lajos Szakgimnázium, Budapest

Villányi Attila középiskolai tanár, ELTE Apáczai Cs. J. Gimnázium

Vörös Tamás PhD-jelölt, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

SZAKMAI CIKK	1
Zagyi Péter: Szokatlan ionvegyületek.....	1
SUFNILABOR	14
Kóczán György: A sötét február szellemében: gyilkos teamécses és a világvége.....	14
MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Nagymáté Emese	21
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR – Nagy Mária	23
GONDOLKODÓ	27
KERESD A KÉMIÁT!	55
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	61
Horváth Judit: Kémia németül	61
Tóth Edina: Kémia angolul	66
MŰHELY	73
Dobóné Tarai Éva: Rés a pajzson: Az ózonréteg és az „ózonlyuk” fogalmának megértési nehézségei.....	73
VERSENYHÍRADÓ	92
Villányi Attila: A 15. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia	92
A SZÁM SZERZŐI	98

A 15. IJSO magyar csapata



Csonka Zétény; Villányi Attila; botswanai kísérő; Debreczeni Dorina; Gyertyán Attila; Szabó Péter Levente; Yokota Adan; Farkas Izabella; Nguyen Bich Diep

Az IJSO csapat támogatói:



RICHTER GEDEON

Richter Gedeon Nyrt.



Sanofi-Aventis Zrt.



Servier
Kutatóintézet Zrt.



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ

Tömb 2002 Kft.
Hajdúböszörmény